



**TUGAS AKHIR - RC 09-1380**

## **ANALISA METODE DAN BIAYA PEMBONGKARAN BANGUNAN PASAR TURI TAHAP III SURABAYA**

**MUH. WAHYU ISLAMI PM  
NRP 3107 100 141**

**Dosen Pembimbing :  
Yusronia Eka Putri, ST, MT  
Trijoko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014**



**FINAL PROJECT - RC 09-1380**

**METHOD AND COST ANALYSIS OF DEMOLITION  
BUILDING OF PASAR TURI PHASE III SURABAYA**

**MUH. WAHYU ISLAMI PM  
NRP 3107 100 141**

**Supervisor :  
Yusronia Eka Putri, ST, MT  
Trijoko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014**

# **ANALISA METODE DAN BIAYA PEMBONGKARAN BANGUNAN PASAR TURI TAHAP III SURABAYA**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Manajemen Konstruksi  
Program studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MUH. WAHYU ISLAMI PM**

NRP. 3107 100 141

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Yusroniya Eka Putri ST, MT.....(Pembimbing 1)

2. Trijoko Wahyu Adi ST, MT, Ph.D.....(Pembimbing 2)

Surabaya, Juli 2014

# **ANALISA METODE DAN BIAYA PEMBONGKARAN BANGUNAN PASAR TURI TAHAP-III SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Muh. Wahyu Islami PM  
NRP : 3107 100 141  
Jurusan : Teknik Sipil, FTSP-ITS  
Dosen Pembimbing I: Yusroniya Eka Putri, ST, MT  
Dosen Pembimbing II: Trijoko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D

## ***Abstrak***

*Pasar turi merupakan pusat perdagangan yang cukup vital untuk masyarakat kota Surabaya serta Jawa Timur. Sejak diresmikan oleh Walikota Surabaya pada tanggal 21 Juni 1971 pasar turi bukan saja menjadi kepentingan perdagangan antara Surabaya dan Jawa Timur tapi juga merupakan menjadi pasar interinsuler, pasar antar pulau Indonesia bagian timur. Pasar turi sempat mengalami kebakaran berkali-kali. Namun, kebakaran hebat terjadi pada tahun 2007 mengakibatkan banyak kerugian terjadi pada para pedagang. Kebakaran kembali melanda pasar turi tahap III pada tahun 2012 yang mengakibatkan seluruh gedung pasar terbakar habis. Bangunan sisa kebakaran dari pasar turi tersebut direncanakan akan dibongkar untuk menjadi suatu bangunan baru yang lebih bernilai.*

*Masalah penelitian pembongkaran bangunan menjadi suatu yang hal yang menantang dalam perspektif manajemen konstruksi. Suatu pembongkaran yang dilaksanakan dengan metode yang sesuai akan menghasilkan biaya pembongkaran yang efisien serta membantu mengurangi limbah hasil dari pembongkaran bangunan . Hal*



*ini yang melatarbelakangi adanya penelitian mengenai pembongkaran dengan mengambil lokasi studi pada bangunan Pasar Turi tahap III Surabaya dengan menggunakan metode yang mengacu pada Code of Practice for Building Demolition tahun 2004 yakni metode to down manual, top down by machine dan mekanikal. Dari ketiga metode tersebut dianalisa dengan menggunakan traffic light analysis untu mendapatkan metode yang sesuai untuk diterapkan pada pembongkaran Pasar Turi Tahap III Surabaya. Dari hasil inilah akan didapat suatu perhitungan biaya yang efisien.*

*Dari studi yang sudah dilakukan, diharapkan bisa menambah suatu informasi baru mengenai suatu perhitungan biaya pembongkaran bangunan dari suatu metode yang sesuai dengan keadaan bangunan yang akan dibongkar, bagi peneliti dan pelaku konstruksi di Indonesia.*

***Kata kunci : Pembongkaran, metode pembongkaran, analisa biaya***

# **METHOD AND COST ANALYSIS OF DEMOLITION BUILDING OF PASAR TURI PHASE-III SURABAYA**

Student Name : Muh. Wahyu Islami PM  
ID Student Number : 3107 100 141  
Department : Civil Engineering, FTSP-ITS  
Supervisor : Yusroniya Eka Putri, ST, MT  
Trijoko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D

## ***Abstract***

*Pasar Turi is a vital trade centre for Surabaya and East Java citizen. After inaugurate by the major of Surabaya City on June 21, 1971 Pasar Turi not only become the interests of trade between Surabaya and East Java but also the interinsuler market, the inter-island market of eastern Indonesia. Pasar Turi got a fire many times. However, a devastating fire in 2007 resulted in many losses occur on traders. And again fire struck Pasar Turi phase III in 2012 which resulted in the entire building burned down. The building which is the rest of the fire is planned to be demolished to be a new building that is more valuable*

*Research about demolition of a building have been a challenging matter in construction management perspective. The demolition which is carried out with the appropriate method will give an efficient demolition cost and helps reduce the waste produced from the demolition. These reason brings an idea to conduct a reasearch regarding demolition by taking study case at the building phase III Surabaya Pasar Turi by using the method refers to the Code of Practice for the Building Demolition 2004, Hongkong, manual method top down, top down by machine method and mechanical method. Those three methods were*

*analyzed by using the traffic light analysis to obtain the appropriate method to be applied to the demolition of Pasar Turi phase III Surabaya*

*From the studies that have been conducted, is expected to add some new information regarding the calculation of the cost of demolition building by a method in accordance with the building condition which will be demolished, for the researchers and actors in the Indonesian construction.*

***Keywords : Demolition, Demolition method, Cost analysis***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Metode dan Biaya Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya” dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Buku laporan tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan akademis untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil, Bidang Studi Manajemen Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan buku tugas akhir ini penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih banyak yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Yusroniya Eka Putri, ST, MT dan Bapak Trijoko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, nasehat serta dukungan yang luar biasa selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan segenap keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan, kasih dan kepercayaan yang begitu besar.
3. Ibu Dr. Maria Anityasari, ST, ME, selaku Kepala International Office ITS yang selalu memberikan semangat dan nasihat serta memberikan banyak pembelajaran hidup dan kesempatan-kesempatan yang tidak pernah terbayangkan sebelumnya. Beliau jugalah yang selalu menjadi panutan dan inspirasi penulis.
4. Ibu Ir. Anggrahini, M.Sc, Bapak Bambang Sarwono, ST, M.Sc dan Bapak Ir. Abdullah Hidayat yang memberikan kepercayaan kepada penulis sebagai asisten mata kuliah mekanika fluida dan hidrolika selama kurang lebih 4 tahun.



5. Bapak Musta'in Arief, ST, MT selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
6. Bapak Dr. rer-pol Heri Kuswanto, M.Si dan Bapak Dr. Eng. Unggul Wasiwitono selaku Wakil Kepala International Office ITS yang selalu memberikan dukungan dan nasehat kepada penulis.
7. Rani Rahardini, Bobby Armanda Akeda Damanik, Christina Yolanda, Anggun Mutiara Larasati dan Angga Wahyudi rekan-rekan penulis yang sama-sama berjuang menyelesaikan tugas akhir serta selalu membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Mbak Puty Synthia Hardini, A.Md yang selalu membantu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
9. Mikhael Vidi Santoso Siallagan yang sudah dianggap adik oleh penulis dan partner kerja penulis yang selalu memberikan semangat, bantuan dan dukungan yang luar biasa kepada penulis.
10. Nur Fadly Rizqy, Dwi Prasetya, Ricko Immanuel, Mar'atus Sholihah dan Dewie Saktia Ardiantono yang telah banyak memberikan masukan dan kritik serta membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.
11. Rizal Yuniar Malawi, Leonardo Pardede, Adriel Osmond Surbakti, Ivana Irene Helen Adam, Mutiara Lasahido, Moh. Ilham Al Fariesy, Moh. Andriya Gunartono, Lucky Caesar dan Rizqy Surya Saputra yang membantu penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
12. Keluarga kedua saya di International Office ITS, Faisal Maulana, Meladia Elok, Mbak Dessy Kartika, Mas Ferry Tri Laksana, Rahmatyas Aditantri, Anti Bunga Rizkiah, Wike Eriyandari, Nihlatul Falasifah, Henny Kusumaningrum, Tri Hadiah Muliawati, Syuaibatul Islamiyah, Georgi Ferdwindra

Putra, Noraisyah Zakiah Reza, Mohammad Rohmaneo Darminto, Yasminta Kris Widiyanto, Rindang Pradita Syahri, Nova Linzai, Adinda Moizara Judi, Hanif Galih Pratama, Moh. Zandy Drivarma Surya, Nieko Haryo Pradhito, Lisana Shidqina dan teman-teman Volunteer ITS International Office lainnya yang selalu memberikan dukungan moral kepada penulis.

13. Seluruh teman-teman Teknik Sipil ITS angkatan 2007 (S-50) yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

14. Teman-teman mahasiswa asing di ITS, Hong Jang Pyu, Ejaz Karim, Domingos Romeu Chiccoca, Naser Moghrabi, Locadia Linda Tombido, Jakraphong Thammasaeng dan Fakher Shwan yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

15. Mas Helmi Widjanarko, Mbak Yessie Afriana, Mas Achmad Haris, Hendra Adi Sanjaya dan Reza Luciana yang selalu memberikan bantuan dan semangat kepada penulis.

16. Peserta Summer Camp di ITS, Ms. Nguyen Thi Po, Ms. Sasima Jwp, Nurgul Bolat, Chalisa, Thitichaya, Jirawat Ratchawat, Noor Sofia, Watcharakorn Naktongkul, Duc Tran Quang dan Prof. Carla Edith Jimena yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

17. Teman-teman fungsionaris Badan Eksekutif Lembaga Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (BE-LM FTSP) ITS periode 2010/2011, Eko Yudha Hadiyanto, Asri Hayyu, Yeptadian Syari, Dhunung Rhomi, Eka Susanti, Widy Putra, Riana Purwandani dan Rahmi Agustina yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

18. Seluruh teman-teman alumni SMA Negeri 1 Bau-Bau angkatan 2007 kelas XII IA 1 yang tak henti-hentinya memberikan semangat kepada penulis.

19. Rekan-rekan DIKTI sub kerja sama luar negeri, Mbak Laila Syifa, Mbak Anna Puri, Pak Purwanto, Mas Slamet dan Mas Panji, serta rekan-rekan penulis yang sama-sama bergelut di Kantor Urusan Internasional, Mas Puguh Budi Susetyo (UNAIR), Mas Erwin Hidayat (UDINUS), Bu Renny Dese (UK Petra), Bu Yogi Widiawati (Politeknik Negeri Jakarta), Mbak Naila Nur F. (UGM), Bu Ayi (ITB), Mas Hendi Pratama (UNNES) dan Mas Rohman Subianto (UNDIP) yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

Penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun akan penulis terima sebagai masukan yang berarti. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Surabaya, Juni 2014

Penulis



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNGESAHAN.....	i
ABSTRAK Indonesia.....	iii
ABSTRAK English.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Pengertian Pembongkaran Bangunan .....	5
2.2    Metode Pembongkaran .....	6
2.3    Menghitung Volume Pembongkaran .....	11
2.4    Analisa Perhitungan.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1    Umum.....	17
3.1.1    Tahap Perencanaan .....	17
3.1.2    Pengumpulan Data.....	17
3.1.3    Analisa Kondisi Pra Pembongkaran Bangunan.....	18
3.1.4    Pemilihan Metode Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III.....	19
3.1.5    Analisa Biaya Perhitungan Pembongkaran .....	19
3.1.6    Kesimpulan dan Saran .....	19
3.2    Diagram Alir.....	19
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>



4.1	Umum.....	21
4.2	Analisa Kondisi Pra Pembongkaran.....	22
4.2.1	<i>Identifikasi Pengamatan Visual</i> .....	22
4.2.2	<i>Analisa Hasil Uji Sampel Material dan Struktur Bangunan</i> <i>27</i> .....	27
4.2.3	<i>Perencanaan Site Layout</i> .....	29
4.3	Metode Pembongkaran yang diterapkan .....	30
4.3.1	<i>Metode Top Down Manual</i> .....	31
4.3.2	<i>Metode Top Down By Machine</i> .....	33
4.3.3	<i>Metode Mekanikal</i> .....	38
4.4	Analisa Pemilihan Metode Pembongkaran .....	40
4.5	Rencana Tahapan Pembongkaran dengan Metode Terpilih .....	46
4.6	Analisa Biaya Pembongkaran .....	48
4.6.1	<i>Perhitungan Volume Bangunan</i> .....	48
4.6.2	<i>Analisa Biaya Tenaga Kerja dan Biaya Peralatan</i> .....	53
4.6.3	<i>Analisa Biaya Material yang dapat Digunakan</i> .....	55
4.6.4	<i>Analisa Biaya Administrasi</i> .....	58
4.6.5	<i>Analisa Biaya Perbaikan Lingkungan</i> .....	59
4.6.6	<i>Total Pembongkaran</i> .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>61</b>
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>		

\*\*\*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pasar Turi Tahap III (Sumber : <i>Google Maps</i> , 2014).....	4
Gambar 3.0.1 Diagram Alir Pengerjaan tugas akhir .....	20
Gambar 4.1 Foto Kaca yang leleh .....	23
<b>Gambar 4.2</b> Foto Konstruksi Atap Baja yang mengalami lendutan yang cukup besar .....	23
Gambar 4.3 Contoh Beton Yang Terbakar Diatas 600°C.....	25
Gambar 4.4 Contoh Beton Yang Terbakar Antara 250°C s/d 600°C .....	26
Gambar 4.5 Contoh Beton Yang Tidak Terbakar dan Terbakar Kurang Dari 250°C .....	26
Gambar 4.6 Retak Yang Terjadi Akibat Kebakaran .....	27
Gambar 4.7 Foto Benda Uji Core Drill yang Tidak Retak.....	28
Gambar 4.8 Layout Pasar Turi Tahap III Surabaya .....	30
Gambar 4.9 Ilustrasi Pembongkaran Balok Bagian luar .....	33
Gambar 4.10 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> .....	35
Gambar 4.11 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> (2) .....	36

Gambar 4.12 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> (3) .....	37
----------------------------------------------------------------------------------------------	----

Gambar 4.13 Ilustrasi Pembongkaran dengan Metode Mekanikal .....	39
------------------------------------------------------------------	----

Gambar 4.14 Struktur Tampak Atas.....	48
---------------------------------------	----

Gambar 4.15 Struktur Tampak Samping.....	48
------------------------------------------	----

\*\*\*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Perkiraan Temperatur dan Perubahan Warna pada Struktur Beton Pasca Kebakaran .....	24
<b>Tabel 4.2</b> Analisa Pemilihan Metode Pasar Turi Tahap III Surabaya .....	40
<b>Tabel 4.3</b> Rencana Baseline Tahapan Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya.....	47
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan Volume Bangunan.....	49
<b>Tabel 4.5</b> Harga Peralatan yang digunakan .....	53
<b>Tabel 4.6</b> Rincian Biaya Pembongkaran Per Item Pekerjaan .....	54
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan Bongkaran yang akan di daur ulang .....	56
<b>Tabel 4.8</b> Rincian Biaya Jual Material yang dapat Digunakan..	58
<b>Tabel 4.9</b> Rincian Biaya Administrasi .....	59
<b>Tabel 4.10</b> Rincian Biaya Perbaikan Lingkungan .....	59
<b>Tabel 4.11</b> Rincian Biaya Total Pembongkaran.....	60

\*\*\*



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNGESAHAN.....	i
ABSTRAK Indonesia.....	iii
ABSTRAK English.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Pengertian Pembongkaran Bangunan .....	5
2.2    Metode Pembongkaran .....	6
2.3    Menghitung Volume Pembongkaran .....	11
2.4    Analisa Perhitungan.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1    Umum.....	17
3.1.1    Tahap Perencanaan .....	17
3.1.2    Pengumpulan Data.....	17
3.1.3    Analisa Kondisi Pra Pembongkaran Bangunan.....	18
3.1.4    Pemilihan Metode Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III.....	19
3.1.5    Analisa Biaya Perhitungan Pembongkaran .....	19
3.1.6    Kesimpulan dan Saran .....	19
3.2    Diagram Alir.....	19
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>

4.1	Umum.....	21
4.2	Analisa Kondisi Pra Pembongkaran.....	22
4.2.1	<i>Identifikasi Pengamatan Visual</i> .....	22
4.2.2	<i>Analisa Hasil Uji Sampel Material dan Struktur Bangunan</i> <i>27</i>	
4.2.3	<i>Perencanaan Site Layout</i> .....	29
4.3	Metode Pembongkaran yang diterapkan .....	30
4.3.1	<i>Metode Top Down Manual</i> .....	31
4.3.2	<i>Metode Top Down By Machine</i> .....	33
4.3.3	<i>Metode Mekanikal</i> .....	38
4.4	Analisa Pemilihan Metode Pembongkaran .....	40
4.5	Rencana Tahapan Pembongkaran dengan Metode Terpilih	46
4.6	Analisa Biaya Pembongkaran .....	48
4.6.1	<i>Perhitungan Volume Bangunan</i> .....	48
4.6.2	<i>Analisa Biaya Tenaga Kerja dan Biaya Peralatan</i> .....	53
4.6.3	<i>Analisa Biaya Material yang dapat Digunakan</i> .....	55
4.6.4	<i>Analisa Biaya Administrasi</i> .....	58
4.6.5	<i>Analisa Biaya Perbaikan Lingkungan</i> .....	59
4.6.6	<i>Total Pembongkaran</i> .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>61</b>
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>		

\*\*\*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pasar Turi Tahap III (Sumber : <i>Google Maps</i> , 2014).....	4
Gambar 3.0.1 Diagram Alir Pengerjaan tugas akhir .....	20
Gambar 4.1 Foto Kaca yang leleh .....	23
<b>Gambar 4.2</b> Foto Konstruksi Atap Baja yang mengalami lendutan yang cukup besar .....	23
Gambar 4.3 Contoh Beton Yang Terbakar Diatas 600°C.....	25
Gambar 4.4 Contoh Beton Yang Terbakar Antara 250°C s/d 600°C .....	26
Gambar 4.5 Contoh Beton Yang Tidak Terbakar dan Terbakar Kurang Dari 250°C .....	26
Gambar 4.6 Retak Yang Terjadi Akibat Kebakaran .....	27
Gambar 4.7 Foto Benda Uji Core Drill yang Tidak Retak.....	28
Gambar 4.8 Layout Pasar Turi Tahap III Surabaya .....	30
Gambar 4.9 Ilustrasi Pembongkaran Balok Bagian luar .....	33
Gambar 4.10 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> .....	35
Gambar 4.11 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> (2) .....	36

Gambar 4.12 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> (3) .....	37
----------------------------------------------------------------------------------------------	----

Gambar 4.13 Ilustrasi Pembongkaran dengan Metode Mekanikal .....	39
------------------------------------------------------------------	----

Gambar 4.14 Struktur Tampak Atas.....	48
---------------------------------------	----

Gambar 4.15 Struktur Tampak Samping.....	48
------------------------------------------	----

\*\*\*



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Perkiraan Temperatur dan Perubahan Warna pada Struktur Beton Pasca Kebakaran .....	24
<b>Tabel 4.2</b> Analisa Pemilihan Metode Pasar Turi Tahap III Surabaya .....	40
<b>Tabel 4.3</b> Rencana Baseline Tahapan Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya.....	47
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan Volume Bangunan.....	49
<b>Tabel 4.5</b> Harga Peralatan yang digunakan .....	53
<b>Tabel 4.6</b> Rincian Biaya Pembongkaran Per Item Pekerjaan.....	54
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan Bongkaran yang akan di daur ulang .....	56
<b>Tabel 4.8</b> Rincian Biaya Jual Material yang dapat Digunakan..	58
<b>Tabel 4.9</b> Rincian Biaya Administrasi .....	59
<b>Tabel 4.10</b> Rincian Biaya Perbaikan Lingkungan .....	59
<b>Tabel 4.11</b> Rincian Biaya Total Pembongkaran.....	60

\*\*\*

# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNGESAHAN.....	i
ABSTRAK Indonesia.....	iii
ABSTRAK English.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Pengertian Pembongkaran Bangunan .....	5
2.2    Metode Pembongkaran .....	6
2.3    Menghitung Volume Pembongkaran .....	11
2.4    Analisa Perhitungan.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1    Umum.....	17
3.1.1    Tahap Perencanaan .....	17
3.1.2    Pengumpulan Data.....	17
3.1.3    Analisa Kondisi Pra Pembongkaran Bangunan.....	18
3.1.4    Pemilihan Metode Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III.....	19
3.1.5    Analisa Biaya Perhitungan Pembongkaran .....	19
3.1.6    Kesimpulan dan Saran .....	19
3.2    Diagram Alir.....	19
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>

4.1	Umum.....	21
4.2	Analisa Kondisi Pra Pembongkaran.....	22
4.2.1	<i>Identifikasi Pengamatan Visual</i> .....	22
4.2.2	<i>Analisa Hasil Uji Sampel Material dan Struktur Bangunan</i> <i>27</i>	
4.2.3	<i>Perencanaan Site Layout</i> .....	29
4.3	Metode Pembongkaran yang diterapkan .....	30
4.3.1	<i>Metode Top Down Manual</i> .....	31
4.3.2	<i>Metode Top Down By Machine</i> .....	33
4.3.3	<i>Metode Mekanikal</i> .....	38
4.4	Analisa Pemilihan Metode Pembongkaran .....	40
4.5	Rencana Tahapan Pembongkaran dengan Metode Terpilih	46
4.6	Analisa Biaya Pembongkaran .....	48
4.6.1	<i>Perhitungan Volume Bangunan</i> .....	48
4.6.2	<i>Analisa Biaya Tenaga Kerja dan Biaya Peralatan</i> .....	53
4.6.3	<i>Analisa Biaya Material yang dapat Digunakan</i> .....	55
4.6.4	<i>Analisa Biaya Administrasi</i> .....	58
4.6.5	<i>Analisa Biaya Perbaikan Lingkungan</i> .....	59
4.6.6	<i>Total Pembongkaran</i> .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>61</b>
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>		

\*\*\*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pasar Turi Tahap III (Sumber : <i>Google Maps</i> , 2014).....	4
Gambar 3.0.1 Diagram Alir Pengerjaan tugas akhir .....	20
Gambar 4.1 Foto Kaca yang leleh .....	23
<b>Gambar 4.2</b> Foto Konstruksi Atap Baja yang mengalami lendutan yang cukup besar .....	23
Gambar 4.3 Contoh Beton Yang Terbakar Diatas 600°C.....	25
Gambar 4.4 Contoh Beton Yang Terbakar Antara 250°C s/d 600°C .....	26
Gambar 4.5 Contoh Beton Yang Tidak Terbakar dan Terbakar Kurang Dari 250°C .....	26
Gambar 4.6 Retak Yang Terjadi Akibat Kebakaran .....	27
Gambar 4.7 Foto Benda Uji Core Drill yang Tidak Retak.....	28
Gambar 4.8 Layout Pasar Turi Tahap III Surabaya .....	30
Gambar 4.9 Ilustrasi Pembongkaran Balok Bagian luar .....	33
Gambar 4.10 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> .....	35
Gambar 4.11 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> (2) .....	36



Gambar 4.12 Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode <i>top down by machine</i> (3) .....	37
----------------------------------------------------------------------------------------------	----

Gambar 4.13 Ilustrasi Pembongkaran dengan Metode Mekanikal .....	39
------------------------------------------------------------------	----

Gambar 4.14 Struktur Tampak Atas.....	48
---------------------------------------	----

Gambar 4.15 Struktur Tampak Samping.....	48
------------------------------------------	----

\*\*\*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Perkiraan Temperatur dan Perubahan Warna pada Struktur Beton Pasca Kebakaran .....	24
<b>Tabel 4.2</b> Analisa Pemilihan Metode Pasar Turi Tahap III Surabaya .....	40
<b>Tabel 4.3</b> Rencana Baseline Tahapan Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya.....	47
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan Volume Bangunan.....	49
<b>Tabel 4.5</b> Harga Peralatan yang digunakan .....	53
<b>Tabel 4.6</b> Rincian Biaya Pembongkaran Per Item Pekerjaan .....	54
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan Bongkaran yang akan di daur ulang .....	56
<b>Tabel 4.8</b> Rincian Biaya Jual Material yang dapat Digunakan..	58
<b>Tabel 4.9</b> Rincian Biaya Administrasi .....	59
<b>Tabel 4.10</b> Rincian Biaya Perbaikan Lingkungan .....	59
<b>Tabel 4.11</b> Rincian Biaya Total Pembongkaran.....	60

\*\*\*

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Setiap desain bangunan struktur mempunyai masa tertentu. Dalam masa tersebut akan ada kemungkinan suatu bangunan mengalami kerusakan entah diakibatkan oleh pengaruh iklim dan cuaca yang tidak dapat diprediksi maupun hal yang diakibatkan oleh ketidaksengajaan manusia seperti kebakaran. Ketika suatu bangunan mengalami kerusakan maka nilai fungsi dari bangunan tersebut akan berkurang. Oleh karena itu, biasanya bangunan tersebut akan dibangun ulang menjadi suatu bangunan baru yang lebih bernilai. Dalam pembangunan ulang tersebut bangunan lama akan dibongkar terlebih dahulu lalu dibangun menjadi bangunan baru yang lebih bernilai dibandingkan dengan bangunan yang lama.

Namun, dalam suatu proyek seringkali tahapan pembongkaran bangunan tidak terlalu diperhatikan. Padahal pemilihan metode dan biaya pembongkaran yang tepat akan menghasilkan proses pembongkaran akan lebih efisien. Di Indonesia sendiri belum ada aturan baku atau pedoman tentang detail pelaksanaan dari pembongkaran bangunan, padahal di beberapa negara masalah pembongkaran menjadi perhatian khusus bahkan di Hongkong dikeluarkan sebuah pedoman pelaksanaan pembongkaran tersebut, walaupun belum

diformulasikan dengan rumus untuk pembongkaran. Untuk itulah dirasa perlu adanya penelitian mengenai pembongkaran bangunan untuk menemukan metode yang tepat dan efektif serta dengan metode tersebut dapat menghasilkan biaya yang efisien serta dengan memperhatikan tingkat keamanan dari lingkungan sekitar lokasi pembongkaran.

Lokasi dari penelitian tugas akhir ini adalah di Pasar Turi tahap III. Pasar Turi merupakan pusat perdagangan yang cukup vital untuk masyarakat kota Surabaya serta Jawa Timur. Sejak diresmikan oleh Walikota Surabaya pada tanggal 21 Juni 1971 Pasar Turi tidak hanya menjadi kepentingan perdagangan antara Surabaya dan Jawa Timur tapi juga merupakan menjadi pasar interinsuler, pasar antar pulau Indonesia bagian timur. Pasar Turi sempat mengalami kebakaran berkali-kali. Namun, kebakaran hebat terjadi pada tahun 2007 mengakibatkan banyak kerugian terjadi pada para pedagang. Kebakaran kembali melanda Pasar Turi tahap III pada tahun 2012 yang mengakibatkan seluruh gedung pasar terbakar habis.

Lokasi ini digunakan sebagai bahan penelitian dikarenakan pada tempat ini akan dibongkar untuk menjadi Pasar Modern yang lebih baru mengingat lokasi pasar tersebut cukup strategis sebagai aktivitas masyarakat Surabaya. Selain itu, berdasarkan hasil survey struktur yang telah dilakukan menunjukkan bahwa bangunan pasar turi ini perlu dibongkar secara keseluruhan.



### 1.1 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi masalah dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Apakah metode yang tepat untuk digunakan dalam proses pembongkaran bangunan Pasar Turi tahap III?
2. Dari metode terpilih tersebut, bagaimana perhitungan analisa biaya untuk membongkar Pasar Turi tahap III?

### 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini antara lain :

1. Menganalisa metode yang tepat untuk digunakan dalam proses pembongkaran bangunan Pasar Turi tahap III
2. Menghitung analisa biaya total pembongkaran bangunan Pasar Turi tahap III dari metode terpilih

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam penelitian tugas akhir ini tidak menghitung masalah pembongkaran aset dari bangunan Pasar Turi tahap III tersebut.
2. Dalam penelitian ini metode pembongkaran yang digunakan adalah metode *top down* manual, *top down by machine* dan metode mekanikal yang mengacu pada *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004*.

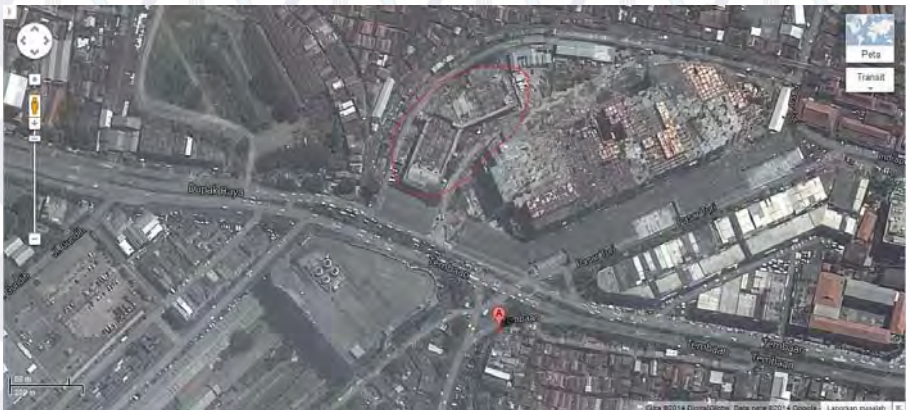
3. Tidak menghitung kekuatan struktur bangunan
4. Diasumsikan bangunan mampu menahan beban alat berat

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain dapat memberikan suatu informasi dan pengetahuan baru tentang metode pelaksanaan pembongkaran bangunan serta perhitungan biaya pembongkaran.

#### 1.5 Lokasi Penelitian

Berikut ini merupakan peta lokasi Pasar Turi Tahap III. Bagian yang diberikan tanda merah adalah bangunan Pasar Turi Tahap III.



**Gambar 1.1 Lokasi Pasar Turi Tahap III**  
(Sumber : *Google Maps*, 2014)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Pembongkaran Bangunan**

Menurut UU No.28 Tahun 2002, pembongkaran bangunan adalah kegiatan membongkar atau merobohkan seluruh atau sebagian bangunan gedung, komponen, bahan bangunan dan/atau sarana prasarannya. Pembongkaran bangunan juga berarti meruntuhkan atau menghancurkan suatu bangunan, struktur bangunan atau suatu bagian dari struktur tersebut dengan perencanaan dan metode yang terkontrol (*Code of Practice of Demolition Building*, 2004). Pembongkaran sendiri menjadi suatu hal yang cukup menantang dalam segi manajemennya, karena jika pelaksanaan dari pembongkaran bangunan ini dimanajemen dengan baik, maka akan mendapatkan suatu keuntungan yang efisien. Dengan manajemen yang baik dari pembongkaran tersebut juga dapat mengurangi limbah hasil konstruksi, sehingga dapat memberikan solusi yang ramah lingkungan.

Daur ulang yang lebih besar dari bahan yang telah digunakan dalam pembongkaran konstruksi akan memberikan kontribusi yang signifikan untuk penggunaan sumber daya yang lebih rendah di fasilitas baru dan akhirnya dapat meningkatkan kemakmuran nasional (Langston dan Ding, 2001). Selama beberapa dekade, teknik telah banyak dikembangkan dengan baik untuk menganalisis dan memperkirakan konstruksi biaya bangunan (Ostwald, 2001; Smith, 1998). Perumusan dari



parameter biaya pembongkaran ini juga belum banyak dikembangkan dengan baik, sehingga diperlukan adanya suatu pendekatan kuantitatif dalam menentukan parameter dari biaya pembongkaran tersebut

## 2.2 Metode Pembongkaran

Metode dari pembongkaran bangunan tersebut dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu metode dengan menggunakan bahan peledak dan metode dengan menggunakan bahan non peledak. Pembongkaran non ledakan ini berarti membongkar struktur bangunan dengan peralatan tanpa menggunakan bahan peledak apapun. Peralatan yang digunakan misalnya godam, excavator, tower crane, bola penghancur dan lain sebagainya. Pembongkaran bangunan juga dipengaruhi beberapa faktor antara lain kondisi site, tipe struktur, usia bangunan dan ektinggian bangunan.

Beberapa contoh dari metode pembongkaran itu sendiri antara lain sebagai berikut :

### 1. Metode *Top Down* Manual

Metode ini merupakan metode pembongkaran yang dimulai dari lantai atas hingga dasar bangunan yang dimana disesuaikan dengan kondisi bangunan pada lokasi penelitian. Dari metode ini digunakan peralatan sederhana seperti *jackhammer* dan *Oxy-acetylene* untuk menghancurkan elemen strukturnya secara bertahap. Dalam pelaksanaannya metode ini membutuhkan ketelitian dari para pekerja dalam menghancurkan tiap level. Metode ini banyak digunakan untuk skala kecil.



## 2. Metode *Top Down by Machine*

Metode ini sekilas mirip dengan metode *Top Down Manual*, akan tetapi semua pembongkaran ini dilakukan dengan menggunakan alat berat. Alat berat atau permesinan tersebut diletakkan pada bagian paling atas suatu bangunan. Alat berat yang umum digunakan dalam metode ini adalah *hydraulic stone crusher* atau *hydraulic stone breaker*. Dalam metode ini juga dibutuhkan peralatan pendukung seperti *ramp* atau *crane* untuk memindahkan alat dari tiap lantai.

## 3. Metode Mekanikal

Metode ini menggunakan peralatan mesin yang besar dengan menghancurkan bangunan dari arah luar. Peralatan yang digunakan misalnya *pusher arm*, *wire rope*, *hydraulic crusher* dan sebagainya. Umumnya, metode ini diterapkan pada lokasi yang tidak terlalu ramai agar lebih mudah dalam proses pembongkarannya.

## 4. Metode *Wrecking Ball*

Metode ini maksudnya menghancurkan bangunan dengan mengayunkan bola baja berat yang dikaitkan ke peralatan *crane*. Metode ini lebih cocok untuk menghancurkan bangunan yang sudah rusak atau tidak akan digunakan lagi serta lokasi bangunan harus mempunyai *space* yang cukup luas untuk mengayunkan peralatan dan bolanya. *British Standard 6187 : 2000* merekomendasikan penggunaan metode ini untuk bangunan yang ketinggiannya lebih dari 21 meter.

#### 5. Metode dengan menggunakan bahan peledak (*Demolition by explosives*)

Sesuai dengan namanya, metode ini menggunakan bahan peledak sebagai alat penghancurnya. Metode ini bertujuan menghancurkan bagian-bagian dari bangunan secara perlahan-lahan. Untuk menggunakan metode ini harus mendapat ijin dari pemerintah untuk memastikan bahwa bangunan yang akan dibongkar aman menggunakan metode ini serta efek yang ditimbulkan tidak menimbulkan dampak bagi manusia atau masyarakat sekitar. Metode ini sebenarnya dapat menghemat waktu, praktis serta dapat menghemat biaya karena tidak membutuhkan banyak peralatan berat dalam prosesnya. Metode ini juga sangat cocok digunakan pada lokasi yang sempit serta mempunyai akses yang terbatas. Akan tetapi penggunaan metode ini pada bangunan yang mempunyai struktur yang masif tidak diperkenankan dikarenakan prosedurnya yang cukup sulit membuat metode ini tidak aman untuk diterapkan. Untuk metode ini direkomendasikan untuk dilakukan oleh kontraktor yang sudah berpengalaman serta dalam pengawasan yang ketat.

#### 6. Metode *High Pressure Water Jetting*

Metode ini memanfaatkan air yang dialirkan melalui pompa dengan tekanan yang sangat tinggi. Dengan mencoba menerapkan prinsip erosi dimana diharapkan pembongkaran ini dapat mengikis bangunan serta mengeluarkan agregatnya secara perlahan. Setelah bangunannya terkelupas mesin *cutting* dibutuhkan untuk memotong tulangnya.

Dari metode-metode yang sudah dijelaskan dalam *Code of Practice of Demolition Building*, 2004 maka dipilih metode *top down manual*, *top down by machine* dan metode mekanikal untuk dianalisa agar bisa diterapkan dalam pembongkaran bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya.

Adapun perbedaan dari ketiga metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Perbedaan Karakteristik Metode Pembongkaran

Metode Kriteria	<i>Top Down Manual</i>	<i>Top Down by Machine</i>	Mekanikal
Prinsip Dasar Pembongkaran	Menghancurkan struktur beton dari bangunan dengan menggunakan <i>jack hammer</i> atau <i>pneumatic hammer</i>	Menghancurkan elemen struktur bangunan dengan menggunakan alat berat seperti <i>excavator</i> , <i>percussive breaker</i> atau <i>hydraulic crusher</i>	Menghancurkan elemen struktur bangunan dengan beberapa alat berat/mesin
Penerapan pada bagian elemen struktur	Kolom, Tiang Balok, <i>Slab</i> , Dinding, Pondasi	Kolom, Tiang Balok, <i>Slab</i> , Dinding, Pondasi	Kolom, Tiang Balok, Dinding



<p>Pengoperasian peralatan dari metode pembongkaran</p>	<p>Pembongkaran dimulai dari lantai paling atas sampai pada bagian bangunan paling dasar</p>	<p>Pembongkaran dimulai dari lantai paling atas sampai pada bagian bangunan paling dasar dengan catatan lantai bangunan harus dapat menahan beban berat dari peralatan tersebut</p>	<p>Pembongkaran dilakukan dari arah luar bangunan dengan catatan memperhatikan arah pembongkaran serta adanya fungsi kontrol ketika pembongkaran ini dilaksanakan</p>
<p>Catatan lainnya</p>	<p>Sangat efektif diterapkan pada ruang yang terbatas</p>	<p>Pengaturan perpindahan alat berat harus tertata dengan baik, Cocok digunakan pada proyek dengan bangunan yang lebar dan luas</p>	<p>Kurang efektif digunakan pada struktur bawah tanah</p>

Sumber : *Code of Practice for Demolition Building*, 2004



### 2.3 Menghitung Volume Pembongkaran

Volume material penyusun bangunan yang akan dibongkar tersebut dapat dihitung berdasarkan 3 cara, yaitu :

#### 1. Gambar struktur dan spesifikasi bangunan

Gambar struktur meliputi gambar denah, tampak, potongan melintang, potongan memanjang, gambar detail, gambar jaringan elektrik, gambar sanitasi. Gambar struktur dan spesifikasi bangunan tidak mencerminkan metode konstruksi dan proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, melainkan hanya menyatakan hasil akhir yang diharapkan dari suatu proses konstruksi sehingga dibutuhkan pemahaman setiap tahapan metode konstruksi. Hal ini diperlukan dalam memilih jenis pekerjaan yang dibutuhkan untuk proses konstruksi bangunan baru ataupun bangunan yang akan dibongkar. Kelemahannya yaitu tidak semua penilai dapat menganalisa gambar struktur dan menginterpretasikan ke dalam volume material terpasang. Dibutuhkan penilai dengan kualifikasi khusus untuk dapat menganalisa gambar struktur seperti teknik sipil/arsitektur.

#### 2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perincian perkiraan biaya yang diperlukan dalam konstruksi suatu bangunan yang memuat volume material atau pekerjaan serta harga satuan pekerjaan. Harga satuan pekerjaan merupakan kalkulasi dari harga material, harga upah pekerja dan biaya sewa alat, sedangkan volume material/pekerjaan diperoleh dari hasil interpretasi gambar struktur sesuai dengan metode konstruksi yang digunakan. Pada bangunan yang akan dibongkar volume

material penyusun bangunan dapat diperoleh dari volume material sesuai dengan Rencana Anggaran Biaya pada saat konstruksi bangunan. Volume yang diperoleh cukup akurat karena sesuai dengan keadaan riil di lapangan. Rencana Anggaran Biaya ketika bangunan tersebut didirikan merupakan prioritas utama sebagai acuan penilaian bangunan yang akan dibongkar.

### 3. Pengukuran volume langsung di lapangan.

Dalam hal tidak tersedia dokumen sumber seperti Rencana Anggaran Biaya dan gambar struktur, maka harus dilaksanakan pengukuran langsung di lapangan untuk menentukan volume material terpasang pada bangunan yang akan dibongkar. Pengukuran volume tersebut harus dilakukan untuk semua jenis material yang laku terjual sedangkan pada 1 bangunan terdiri dari beragam material dengan kuantitas yang besar serta dimensi yang bervariasi. Dengan banyaknya variabel pengukuran di lapangan menyebabkan tingkat kesulitan pengukuran menjadi tinggi serta membutuhkan waktu pengukuran yang lama. Pengukuran juga tidak dapat dilakukan untuk daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh penilai, seperti rangka atap karena tertutup plafon, pondasi yang telah tertutup tanah dan lantai, dll. Bahkan untuk beberapa jenis struktur seperti beton bertulang, banyak struktur yang telah terpasang dan tidak dapat terlihat secara kasat mata sehingga pengukuran volume tidak dapat dilakukan, contohnya jumlah besi tulangan beton yang terpasang dalam struktur beton pada kolom, lantai, balok, pelat tangga. Butuh intuisi penilai dalam memperkirakan jumlah besi terpasang sesuai dengan bentang dan dimensi elemen struktur, pola pembebanan bangunan tersebut, mutu beton ( $f_c'$ ), mutu besi tulangan ( $f_y$ ).

## 2.4 Analisa Perhitungan

Dalam perhitungan biaya pembongkaran dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah tenaga kerja, jenis dan kondisi material pada bangunan yang akan dibongkar, peralatan yang digunakan serta masalah administratif dan kondisi lingkungan disekitar bangunan itu sendiri. Pada perhitungan biaya pembongkaran ini, gambar struktur dan RAB dari bangunan ini sangat dibutuhkan dalam perhitungan komponen biaya yang dibutuhkan.

### 1. Biaya Tenaga Kerja

Biaya ini merupakan upah dari komponen tenaga kerja pada proses pembongkaran yang dilaksanakan. Besar dari biaya upah tenaga kerja ini tergantung pada metode apa yang nantinya akan digunakan dalam proses pembongkaran bangunan. Adapun koefisien harga satuan upah untuk pekerjaan pembongkaran dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Nilai Koefisien Upah Tenaga Kerja untuk  
Pembongkaran per 1 m<sup>2</sup>

Pembongkaran dinding tembok yang tebalnya tidak lebih dari dua batu bata termasuk pekerjaan pembersihannya untuk dipakai lagi	
Pekerja	0,28
Mandor	0,028
Pembongkaran dinding tembok yang tebalnya kurang dari dua batu bata termasuk pekerjaan pembersihannya	
Pekerja	0,14



Mandor	0,007
Mengupas pelesteran lama	
Pekerja	0,035
Mandor	0,00175
Membongkar lantai beton atau batu bata	
Pekerja	0,16
Mandor	0,008
Membongkar dan menurunkan atap genteng lama	
Pekerja	0,3
Mandor	0,0015
Membongkar dan menurunkan atap seng	
Pekerja	0,015
Mandor	0,0075

*Sumber : Zainal, 2005*

## 2. Biaya Peralatan

Biaya peralatan dalam perhitungan ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk menyewa peralatan yang dibutuhkan selama proses pembongkaran. Peralatan yang akan digunakan tergantung pada nantinya metode apa yang akan digunakan dalam pembongkaran ini. Biaya peralatannya ini juga termasuk juga biaya transportasi dan penyewaan truk pengangkutan sampah. Nilai biaya peralatan itu sendiri juga bergantung pada volume bangunan yang akan dibongkar dan kapasitas dari peralatannya.



### 3. Biaya Material

Material yang dimaksud dalam perhitungan ini adalah material yang masih dapat diselamatkan atau dipakai lagi namun bukan untuk dipakai pada bangunan setelah pembongkaran. Nilai dari material tersebut mengikuti harga jual di pasaran.

### 4. Biaya administrasi

Biaya ini merupakan biaya lain yang timbul selama kegiatan pembongkaran berlangsung seperti biaya perijinan ataupun biaya perencanaan.

### 5. Biaya perbaikan lingkungan

Biaya ini meliputi biaya pengelolaan limbah, pengelolaan air serta perlindungan debu.

Semua komponen di atas diformulasikan dalam suatu parameter yang digunakan untuk perhitungan total biaya pembongkaran yaitu :

$$C = C_j - B_m + C_p + C_e + C_a$$

Keterangan :

C : Biaya pembongkaran

C<sub>j</sub> : Biaya tenaga kerja,

B<sub>m</sub> : Biaya material/bahan yang diselamatkan dari pembongkaran

C<sub>p</sub> : Biaya peralatan

C<sub>e</sub> : Biaya perbaikan lingkungan

C<sub>a</sub> : Biaya administrasi



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Konsep awal dari penyelesaian dari tugas akhir ini adalah menghitung analisa biaya yang paling efisien dari pembongkaran sisa bangunan Pasar Turi tahap III dengan metode yang paling sesuai dengan kondisi lokasi penelitian. Adapun langkah-langkah dari penelitian ini antara lain :

##### **3.1.1 Tahap Perencanaan**

Tahap perencanaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Survey Pendahuluan Lokasi Penelitian**  
Bertujuan untuk meninjau kondisi lokasi studi penelitian serta mendapatkan data-data teknis yang dibutuhkan.
2. **Studi Literatur**  
Mempelajari dan memahami teori-teori yang digunakan sebagai dasar dan acuan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang nantinya ditemui dalam pengerjaan tugas akhir.

##### **3.1.2 Pengumpulan Data**

Adapun data yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

1. Data Visual

Data yang dibutuhkan untuk mengetahui informasi yang representatif tentang kondisi struktur gedung, termasuk kerusakan-kerusakan yang terjadi pada elemen-elemen struktur.

2. Data Eksisting Material Bangunan

Data ini berupa data tentang material elemen struktur bangunan pada lokasi penelitian. Data ini digunakan untuk menghitung komponen biaya yang dibongkar.

3. Data harga material, upah tenaga kerja dan sewa peralatan.

4. Data hasil uji material struktur bangunan.

### 3.1.3 Analisa Kondisi Pra Pembongkaran Bangunan

Pada tahapan ini akan dianalisa tentang kondisi Pasar Turi tahap III ini sebelum pembongkaran itu dilaksanakan. Adapun proses dari analisa kondisi pra pembongkaran antara lain :

1. Survey Lapangan

Tahapan ini dilakukan untuk mengecek kembali data-data serta teori yang sudah dikumpulkan

2. Identifikasi Tahapan Pembongkaran Bangunan

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apa-apa saja yang dibutuhkan dalam penerapan dari metode pembongkaran tersebut misalnya saja persiapan pengaturan masuk keluarnya alat berat lokasi, kemungkinan perubahan struktur yang terjadi selama pembongkaran berlangsung ataupun identifikasi hasil uji material bangunan.



### 3.1.4 Pemilihan Metode Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III

Dari ketiga metode pembongkaran yang telah direncanakan akan dianalisa menggunakan *traffic light analysis* kemudian dipilih satu metode untuk diterapkan pada pembongkaran Pasar Turi tahap III .

### 3.1.5 Analisa Biaya Perhitungan Pembongkaran

Adapun tahapan dari analisa biaya pembongkaran antara lain sebagai berikut :

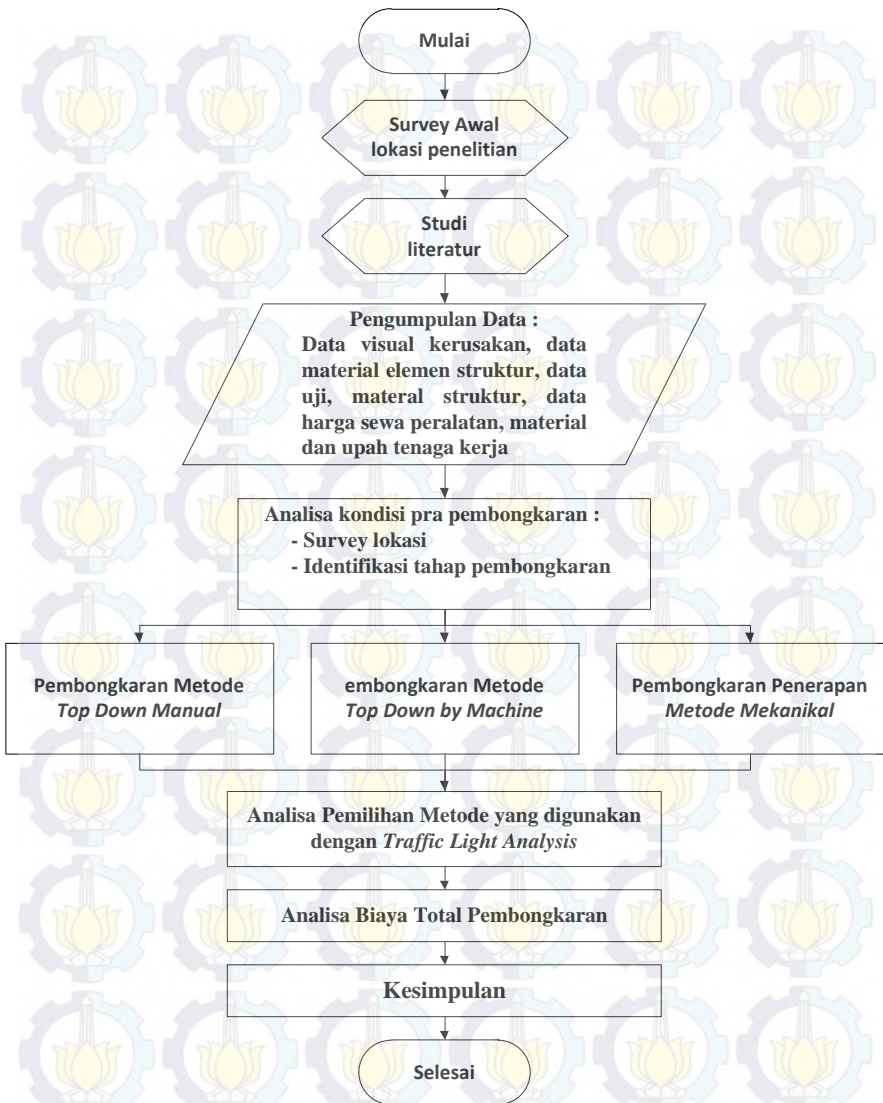
1. Perhitungan volume material bangunan yang tersisa
2. Perhitungan biaya tenaga kerja
3. Perhitungan biaya peralatan yang akan digunakan
4. Perhitungan dari biaya material yang dapat diselamatkan
5. Perhitungan biaya administrasi dan perbaikan lingkungan
6. Perhitungan biaya pembongkaran.

### 3.1.6 Kesimpulan dan Saran

Merupakan hasil dari analisa data, perencanaan dan jawaban dari permasalahan yang ada

## 3.2 Diagram Alir

Berdasarkan dari penjelasan di atas, tahapan pengerjaan proposal tugas akhir ini dapat ditunjukkan dalam diagram alir seperti pada gambar 3.1.



**Gambar 3.0.1** Diagram Alir Pengerjaan tugas akhir

## **BAB IV PEMBAHASAN**

### **4.1 Umum**

Dalam suatu proses pembongkaran bangunan ada langkah-langkah yang harus diperhatikan. Pemilihan metode merupakan salah satu kunci penting dari proses pembongkaran. Dengan memilih metode yang tepat dapat mempengaruhi dari berapa lama proses pembongkaran itu berjalan serta dapat diketahui biaya yang timbul yang diharapkan seefisien mungkin. Dalam studi kasus tugas akhir ini mengambil lokasi di Pasar Turi Tahap III Surabaya. Setelah mengalami kebakaran berkali-kali, pemerintah kota Surabaya merencanakan untuk membongkar bangunan sisa kebakaran pasar Turi ini.

Sistem struktur bangunan Pasar Turi ini menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen yang berupa balok dan kolom yang terbuat dari struktur beton bertulang.

Struktur gedung ini memiliki sifat yang tidak beraturan sehingga penggunaan beban statik ekuivalen tidak relevan untuk digunakan. Dalam analisa strukturnya dipergunakan pembebanan gempa dengan response spectrum sesuai pembagian wilayah zona resiko gempa Indonesia. Kota Surabaya termasuk dalam wilayah zona gempa 2, secara ideal sesuai dengan pembagian wilayah gempa yang ada struktur ini akan lebih optimal bila didesain dengan menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB).

## 4.2 Analisa Kondisi Pra Pembongkaran

Analisa kondisi Pra Pembongkaran pada tahap ini antara lain meliputi survey lapangan dan survey data laporan struktur bangunan yang bertujuan untuk melihat detail kerusakan pada bangunan. Dari hasil survey ini dapat ditentukan kelayakan bangunan ini untuk dibongkar.

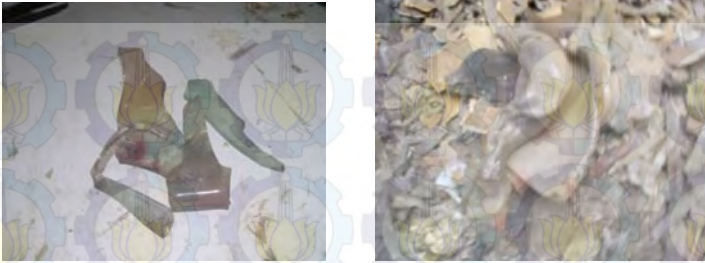
### 4.2.1 Identifikasi Pengamatan Visual

Pengamatan visual dilapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi material, struktur dan situasi pada bangunan tersebut. Untuk keadaan kerusakan pada pasar turi dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.2.1.1 Identifikasi Barang yang Terbakar

Identifikasi barang yang terbakar pada kebakaran ini berupa pengamatan jenis-jenis material yang terbakar untuk memperkirakan panas suhu yang terjadi saat kebakaran berlangsung. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, sebagian besar barang-barang yang terbakar adalah jenis kain dan barang pecah belah dari plastik gelas maupun kaca. Sebagian kecil ditemukan barang yang berasal dari metal termasuk instalasi listrik yang terpasang pada bangunan. Barang berupa pecah belah dari plastik, gelas/kaca dan metal sebagian besar terletak dilantai 1 Pasar Turi. Sisa-sisa barang plastik, kaca/gelas dan metal yang terbakar masih terlihat disekitar lokasi, bahkan terdapat bahan kaca yang sudah meleleh (lihat Gambar 4.1). Kondisi ini menunjukkan bahwa suhu api disekitar lokasi barang tersebut telah mencapai lebih dari 1000 °C.





**Gambar 4.1** Foto Kaca yang leleh

Barang berupa kain yang terbakar semuanya hangus di daerah yang intensitas apinya cukup besar, yaitu dilantai 2 dan 3 Pasar Turi, hanya sebagian kecil yang tersisa. Kondisi ini menunjukkan bahwa diduga kain dapat menjadi sumber api baru pada saat kebakaran terjadi.

Sedangkan pada bagian atap bangunan dilantai 3 Pasar Turi Tahap 3 sebelah barat yang terbuat dari rangka baja semuanya mengalami deformasi/lendutan yang cukup besar dan atapnya telah runtuh (lihat Gambar 4.2). Kondisi ini menunjukkan bahwa lokasi tersebut juga mengalami suhu kebakaran yang cukup tinggi dan diperkirakan hingga mencapai  $500^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 4.2** Foto Konstruksi Atap Baja yang mengalami lendutan yang cukup besar

#### 4.2.1.2 Perubahan Warna pada Struktur Beton

Warna beton berangsur-angsur akan berubah sesuai dengan tingkat panas yang dideritanya. Kemungkinan warna yang terjadi adalah: tidak berubah warna, merah muda (pink), putih keabu-abuan (white-grey) dan warna kekuning-kuningan (buff). Perubahan warna yang tersebut diatas, terutama bila digunakan agregat yang mengandung silika (siliceous). Perubahan warna dan perubahan suhu beton dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Perkiraan Temperatur dan Perubahan Warna pada Struktur Beton Pasca Kebakaran

Dae rah	Perkiraan Temperatur Yang Terjadi ( °C )	Keterangan
1	< 250	Tidak terbakar, warna beton tidak berubah.
2	250 - 400	Warna beton hitam/coklat ada retak, kayu berubah jadi arang.
3	400 - 600	Warna beton merah muda ada retak, spalling, kayu terbakar habis.
4	> 600	Warna beton putih keabu-abuan, retak dan spalling alminium dan besi berubah bentuk.

Dari hasil pengamatan lapangan di lokasi pusat kebakaran terjadi, yaitu pada sumbu 13-14-15 arah memanjang dan sumbu D-E-F arah melintang, menunjukkan bahwa permukaan beton bagian bawah pelat dan balok sebagian berwarna putih dan telah terjadi spalling (lihat Gambar 4.3). Hal ini menunjukkan bahwa lokasi tersebut telah mengalami kebakaran yang cukup lama dan suhunya diperkirakan sudah mencapai lebih dari 600 °C.



**Gambar 4.3** Contoh Beton Yang Terbakar Diatas 600°C

Sedangkan didaerah lainnya warna permukaan beton pada daerah pelat dan balok didominasi oleh warna hitam, coklat dan sedikit merah muda (lihat Gambar 4.4). Hal ini menunjukkan bahwa lokasi tersebut telah mengalami kebakaran yang juga cukup lama dan suhunya diperkirakan telah mencapai antara 250 °C sampai dengan 600 °C.





**Gambar 4.4** Contoh Beton Yang Terbakar Antara 250°C s/d 600°C

Namun demikian ditemukan juga area yang tidak mengalami kebakaran sama sekali (lihat Gambar 4.5). Kondisi ini ditunjukkan dengan permukaan beton masih seperti semula, tanpa mengalami perubahan atau hanya ada sedikit noda-noda hitam.



**Gambar 4.5** Contoh Beton Yang Tidak Terbakar dan Terbakar Kurang Dari 250°C



#### 4.2.1.3 Retak-retak

Retak-retak akan timbul bila pengembangan/ekspansi agregat yang ada lebih besar dari kuat tarik beton (lihat Gambar 4.6). Retak-retak akan bersifat merusak bila panas yang dialaminya berkisar antara  $220^{\circ}$ – $400^{\circ}$  C. Retak-retak ini bila dibiarkan saja tanpa perbaikan, pada akhirnya akan mempercepat proses terjadinya karat pada tulangan beton.



**Gambar 4.6** Retak Yang Terjadi Akibat Kebakaran

#### 4.2.2 Analisa Hasil Uji Sampel Material dan Struktur

##### Bangunan

Pada tugas akhir ini data hasil uji sampel material dan struktur bangunan mengacu pada “ Laporan Perhitungan Analisa Struktur Pasar Turi Tahap III Surabaya” yang dilakukan oleh ITS. Adapun benda uji yang dihasilkan merupakan hasil dari inti beton yang tersajikan pada tabel benda uji hasil dari inti bor beton (tabel dilihat pada lampiran). Benda uji ini berupa silinder beton dengan

Ø10 cm dan tinggi antara 10 cm sampai dengan 20 cm. Benda-benda uji beton yang diperoleh tersebut selanjutnya disiapkan untuk dites di laboratorium, antara lain kuat tekan hancur silinder beton dengan tata cara mengikuti ASTM C42 dan C39 dan rujukan dokumen lainnya. Dalam hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil dari inti beton yang tidak retak (lihat pada gambar 4.7)



**Gambar 4.7** Foto Benda Uji Core Drill yang Tidak Retak

Berdasarkan data dari laporan analisa struktur ini juga didapat bahwa dari Hasil test kuat tekan hancur dari benda uji silinder yang diperoleh dikoreksi menjadi bentuk benda uji standart yaitu silinder Ø 150 mm dan tinggi 300 mm dengan faktor koreksi diameter Ø dan ratio tinggi h terhadap diameter.

Untuk keperluan evaluasi tes tekan bor inti dipakai ketentuan Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung-SNI-2847-2002 pasal 7.6.5.4 atau ACI 318 pasal 5.6.4.4. Ketentuan mengenai hasil tekan bor inti menyebutkan bahwa daerah beton yang dipersiapkan dinyatakan

cukup secara struktur bila kuat tekan rata-rata  $\geq 85\%f_c'$  dan tidak ada satupun hasil uji  $< 75\% f_c$ . Untuk data hasil uji test dan perhitungan beban bisa dilihat pada lampiran.

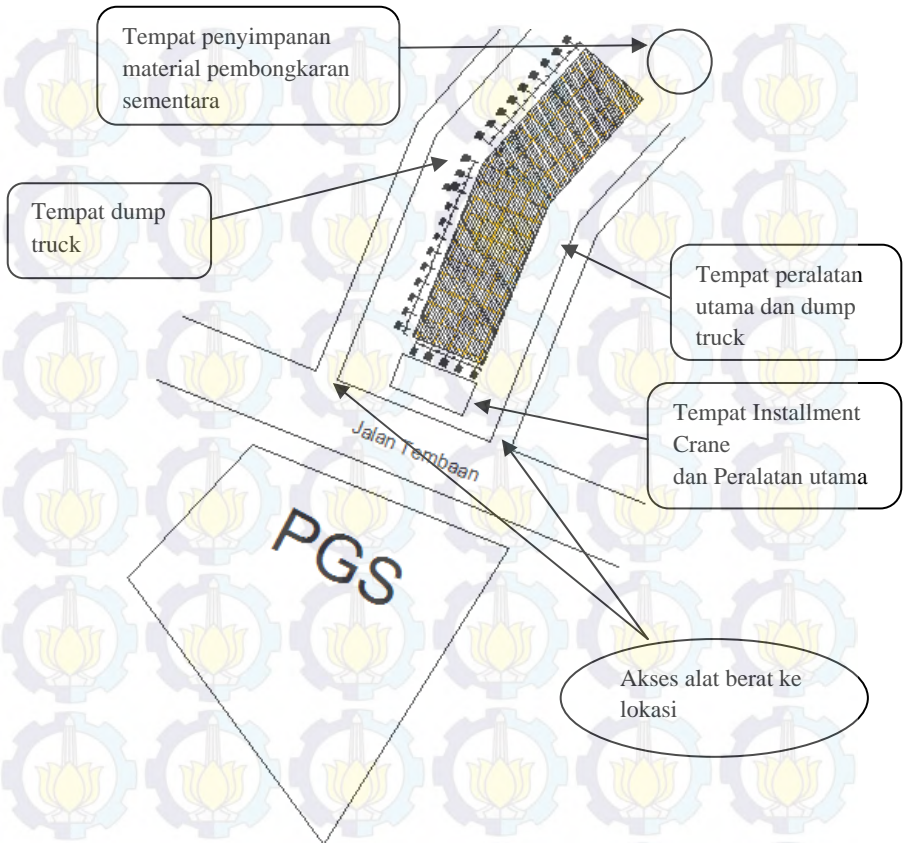
Proses kebakaran yang terjadi pada Gedung Struktur Pasar Turi, cukup berdampak pada kekuatan struktur Gedung secara. Kebakaran yang terjadi banyak menyebabkan kerusakan berupa retak-retak dan spalling akibat panas yang cukup tinggi pada pelat dan balok yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas (mutu) material beton mencapai dibawah 85% dari mutu yang disyaratkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa mutu beton sudah tidak memenuhi persyaratan beton untuk gedung yang mana pada SNI 03 2847 2002 pasal 7.1 mensyaratkan bahwa mutu beton untuk bangunan gedung minimal sebesar 17.5 MPa. Selain itu terdapat kerusakan retak pada elemen pelat beton yang sampai tembus dari sisi bawah sampai kesisi permukaan atas.

Dengan memperhatikan kondisi bangunan berdasarkan data laporan struktur yang meliputi hasil uji struktur bangunan maka bangunan ini layak untuk dibongkar karena mengalami kerusakan utilitas dan struktur dari sedang sampai berat.

#### 4.2.3 Perencanaan Site Layout

Salah satu bagian terpenting dari proses pembongkaran ini adalah perencanaan site layout dari lokasi pembongkaran. Dari gambar layout berikut dapat memberikan gambaran mengenai rencana persiapan proses pembongkaran pada lokasi pasar turi tahap III Surabaya.





**Gambar 4.8** Layout Pasar Turi Tahap III Surabaya

### 4.3 Metode Pembongkaran yang diterapkan

Ada beberapa metode yang diketahui dalam proses pembongkaran, secara umum terbagi dua yakni metode pembongkaran dengan memakai bahan peledak dan non bahan



peledak. Dalam penelitian ini dikhususkan menggunakan metode non bahan peledak dikarenakan kondisi bangunan yang berada dalam pusat aktivitas masyarakat Surabaya. Metode non bahan peledak banyak menggunakan peralatan-peralatan mesin ataupun alat berat lainnya. Untuk analisa metode pembongkaran yang diterapkan dalam tugas akhir ini sesuai dengan *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004* yakni metode *top down manual*, *top down by machine* dan metode mekanikal. Alasan pemilihan dari ketiga metode ini

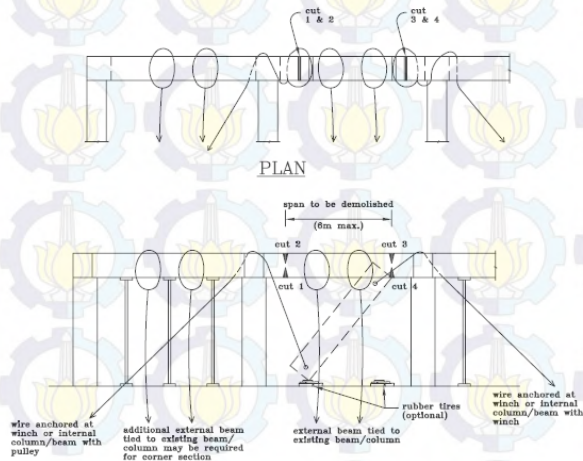
#### 4.3.1 Metode Top Down Manual

Metode top down ini adalah metode yang sangat umum untuk digunakan. Proses pembongkaran pada metode ini dimulai dengan membongkar dari lantai atas hingga dasar bangunan yang dimana disesuaikan dengan kondisi bangunan pada lokasi penelitian. Metode ini umumnya menggabungkan peralatan yang canggih dan peralatan yang menggunakan tangan yang dioperasikan dengan bensin/minyak tanah, *pneumatic*, *hydraulic power* atau elektrik. Metode ini umumnya digunakan untuk proyek dengan skala kecil serta sangat cocok digunakan untuk bangunan yang terletak pada area umum dan padat penduduk seperti pasar turi (BS 6187:2000). Kelebihan dari metode ini adalah pelaksanaan pembongkaran lebih terkontrol

Adapun beberapa *point* penting dari pelaksanaan metode top down manual pada bangunan pasar turi tahap III Surabaya antara lain :

1. Semua struktur kantilever, kanopi, atap dan struktur pendukung lainnya yang berada pada dinding luar dibongkar terlebih dahulu.
2. Pembongkaran lantai bangunan pasar turi dimulai dengan akan dimulai dari tengah hingga ke balok pendukung bangunan tersebut.
3. Urutan pembongkarannya dimulai dengan balok kantilever, balok pendukung dan balok utama.
4. Dinding penghubung tanpa beban harus dibongkar terlebih dahulu sebelum membongkar dinding penghubung dengan beban.
5. Kolom dan Dinding Penghubung dibongkar setelah membongkar balok dan lantai paling atas begitupun selanjutnya hingga pada lantai dasar.
6. Balok bagian luar dihancurkan secara perlahan-lahan dengan menghancurkan pelat betonnya terlebih dahulu atau dengan membuka seluruh bagian balok. Proses pembongkarannya yaitu dengan menggunakan kawat dan mesin derek pengikat kawat yang dipasang pada balok melintang lalu menghancurkan balok tersebut hingga pelat betonnya terlihat, kemudian pelat betonnya dipotong perlahan lahan hingga baloknya akan terjatuh sebagian lalu dipotong seterusnya hingga semua bagian balok jatuh semuanya secara terkontrol. Pada proses ini kawat dan mesin derek pengikatnya harus terpasang dengan baik dan aman untuk mencegah resiko yang dapat

membahayakan pekerja. Langkah ini dapat diilustrasikan pada gambar berikut



*Sumber : Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004*

**Gambar 4.9** Ilustrasi Pembongkaran Balok Bagian luar

#### 4.3.2 Metode Top Down By Machine

Hampir sama dengan metode top down manual, pada metode ini dimulai dengan membongkar dari lantai atas hingga dasar bangunan yang dimana disesuaikan dengan kondisi bangunan pada lokasi penelitian. Perbedaannya dengan metode top down manual adalah pada metode ini menggunakan peralatan mesin yang telah dipasang pada lokasi bangunan. Metode ini dimulai dengan meletakkan pada lantai paling atas. Untuk membantu dalam proses peralatan mesin yang akan dipasang



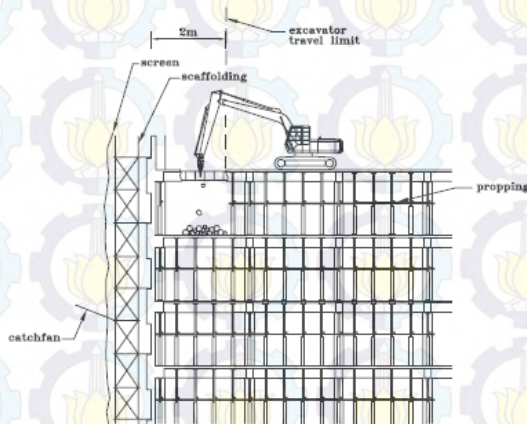
dilokasi diperlukan suatu penyangga yang diletakkan pada level dibawah peralatan mesin diletakkan untuk mencegah bahaya yang menimpa pekerja ketika proses pembongkaran. Batas ruang gerak mesin saat proses pembongkaran yakni 2 meter dari tepi bangunan, 1 meter dari bukaan tiap lantai maupun dari seluruh struktur kantilever. Untuk proses pengangkutan peralatan mesin tersebut dapat menggunakan alat *mobile crane*. Untuk memudahkan peralatan mesin tersebut dalam berpindah setiap lantainya maka dibutuhkan jalur landai sementara yang dapat dibuat pada perpindahan lantai.

Adapun beberapa *point* penting dari pelaksanaan metode *top down by machine* pada bangunan pasar turi tahap III Surabaya antara lain :

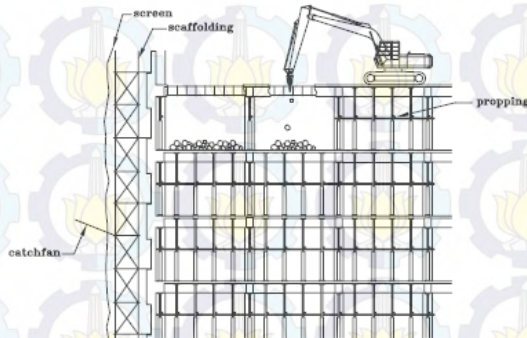
1. Semua struktur kantilever, kanopi, atap dan struktur pendukung lainnya yang berada pada dinding luar dibongkar terlebih dahulu
2. Pembongkaran elemen strukturnya dimulai dari *slab*, balok pendukung dan balok utama
3. Peralatan mesin berpindah ke lantai yang lebih rendah dengan menggunakan jalur akses sementara yang telah dipasang atau dengan cara diangkut menggunakan mesin pengangkat. Jalur ini digunakan
4. Ketika peralatan mesin diturunkan ke lantai yang lebih rendah maka pelat dan balok pada dua lantai berikutnya dapat dihancurkan sekaligus. Peralatan mesin juga dapat



bekerja pada lantai dimana peralatan tersebut diletakkan dan menghancurkan *slab* pada lantai di atasnya.



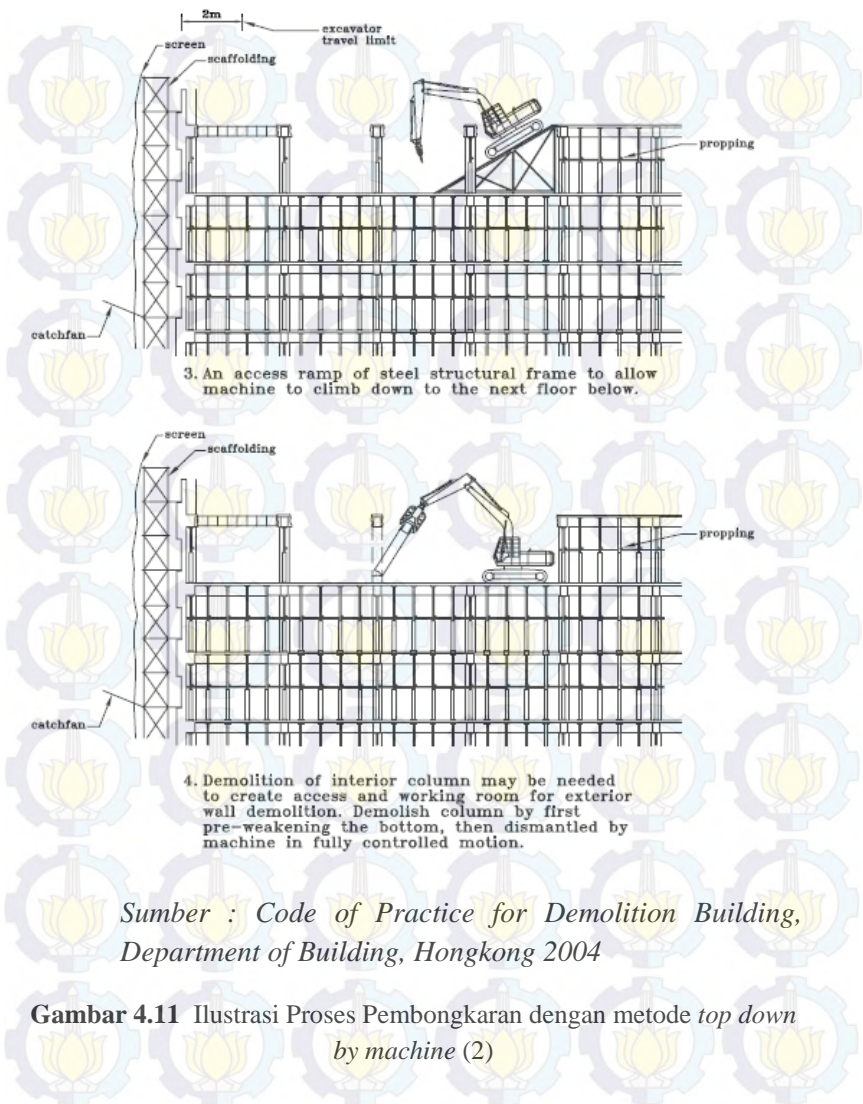
1. Demolition of Slabs and Beams

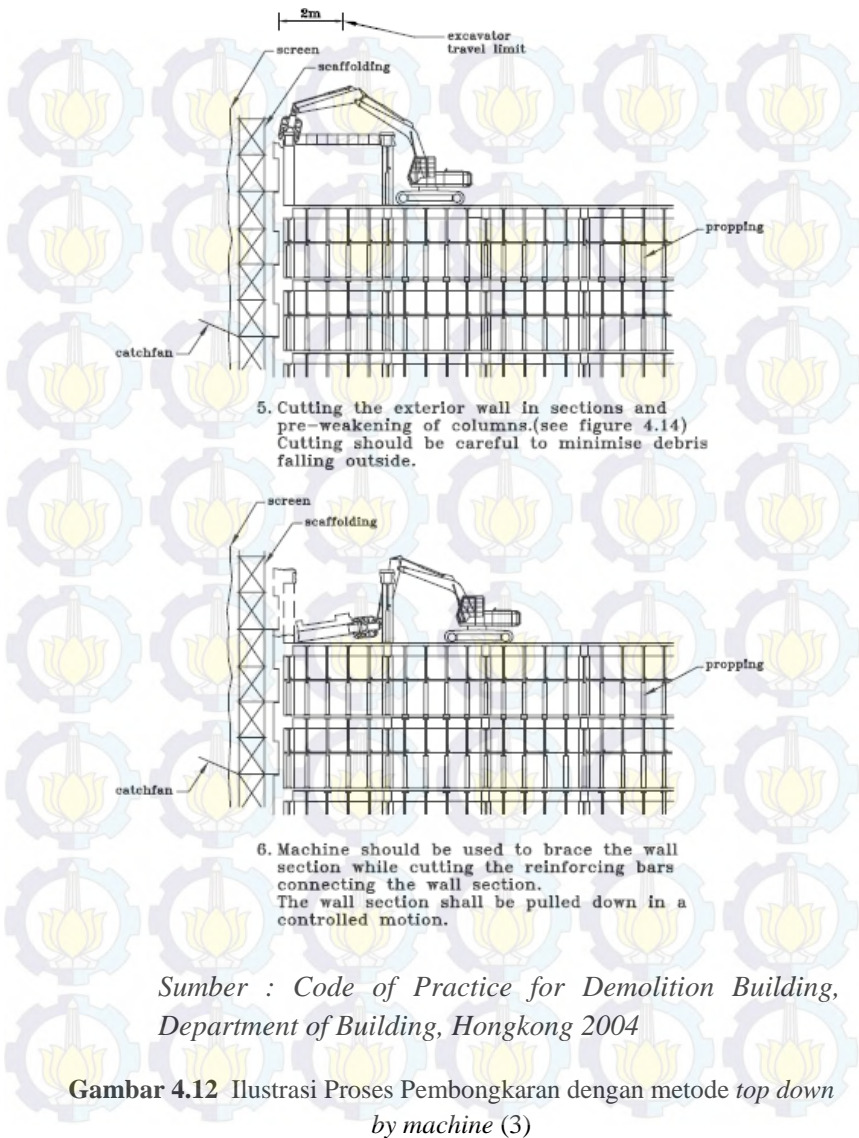


2. Continue Demolition of Slabs and Beams

*Sumber : Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004*

**Gambar 4.10** Ilustrasi Proses Pembongkaran dengan metode *top down by machine*





5. Pelat lantai dibongkar dengan menghancurkan pelat beton terlebih dahulu secara berangsur-angsur dengan mesin yang dapat dihancurkan dengan mesin pemecah, *hydraulic crusher* ataupun alat lainnya sementara itu balok bagian dalam dihancurkan secara berangsur-angsur dengan memutuskan dari beton bertulanganya.

#### 4.3.3 Metode Mekanikal

Metode ini menggunakan peralatan mesin yang besar dengan menghancurkan bangunan dari arah luar. Peralatan yang digunakan misalnya *pusher arm*, *wire rope*, *hydraulic crusher* dan sebagainya. Metode ini umumnya cocok digunakan pada bangunan yang berdiri pada tanah yang datar dan bangunan tersebut jauh dari keramaian, dikarenakan tingkat debu yang dihasilkan cukup tinggi.

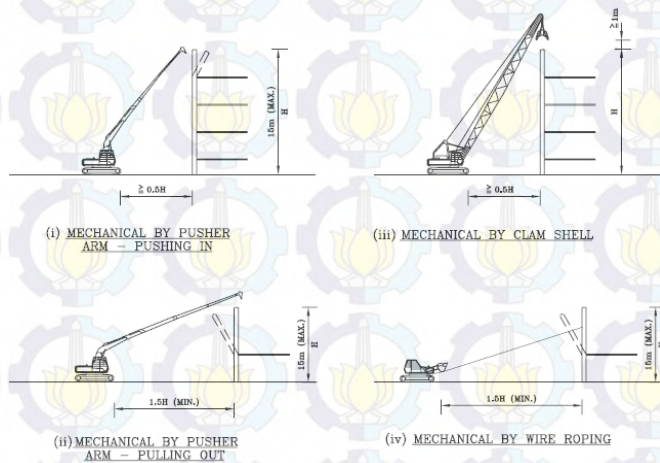
Adapun beberapa *point* penting dari pelaksanaan metode mekanikal pada bangunan pasar turi tahap III Surabaya antara lain :

1. Peralatan mesin dan segala aksesoris dan kelengkapannya harus selalu diinspeksi secara berkala dan jika dibutuhkan dilakukan perawatan dan penggantian pada alat-alat tersebut
2. Dalam proses pembongkarannya segala struktur pada lantai harus selalu diperiksa untuk mencegah kerusakan struktur yang diakibatkan kelebihan beban yang terjadi



pada lantai, suara atau getaran mesin dan kerusakan lainnya

3. Keamanan dalam lokasi pembongkaran harus diperketat terutama selama mesin dioperasikan
4. Selama proses pembongkaran harus disediakan air ataupun anti debu lainnya mengingat lokasi pembongkaran yang berada ditengah pusat aktivitas masyarakat



**Gambar 4.13** Ilustrasi Pembongkaran dengan Metode Mekanikal

Metode mekanikal itu sendiri mempunyai 4 macam yang dibedakan menurut alat yang digunakan yaitu :

1. Mechanical Method by Pusher Arm
2. Mechanical Method by deliberate corps

- 3. Mechanical Method by Wire Roping
- 4. Mechanical Method by Clam Shell

4.4 Analisa Pemilihan Metode Pembongkaran

Untuk pemilihan metode yang diterapkan yang pertama dilakukan adalah penentuan kriteria tiap metode dimana kriteria-kriteria tersebut disusun berdasarkan *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004* dan Arham, 2003. Dalam penentuannya disesuaikan dengan kondisi bangunan Pasar Turi tahap III Surabaya. Dalam analisa pemilihan metode ini menggunakan *Traffic Light Analysis* dimana setiap kriteria diberi warna sesuai dengan kemungkinan penerapan metode tersebut dengan kriteria Pasar Turi tahap III Surabaya.

Tabel 4.2 Analisa Pemilihan Metode Pasar Turi Tahap III Surabaya

Kriteria	Metode Top Down Manual	Metode Top Down By Machine	Metode Mekanikal
Lokasi			
Bangunan terletak pada pada pusat aktivitas masyarakat			
Bangunan terdiri dari 3 lantai dan cukup luas			

Kriteria	Metode Top Down Manual	Metode Top Down By Machine	Metode Mekanikal
<b>Struktur dan Material</b>			
Elemen struktur yang dihancurkan adalah balok, kolom, tiang, slab dan baja bertulang			
Material yang dapat diselamatkan			
<b>Peralatan Pembongkaran</b>			
Ketersediaan Peralatan di Surabaya/Indonesia			
Kemudahan akses peralatan masuk ke lokasi			
Ketersediaan Pendukung Peralatan seperti jalur miring sementara, mesin pengangkat peralatan dan lainnya			
<b>Polusi yang dihasilkan</b>			
Tingkat kebisingan			
Debu yang dihasilkan			

Kriteria	Metode Top Down Manual	Metode Top Down By Machine	Metode Mekanikal
Getaran yang dihasilkan			
Penggunaan proteksi debu (water spray/terpal)			

Untuk analisis ini warna hijau menunjukkan bahwa dengan kondisi yang ada, metode tersebut dapat ditetapkan. Warna kuning menunjukkan metode tersebut dapat diterapkan namun memiliki dampak lain yang ditimbulkan. Sedangkan warna merah menunjukkan bahwa metode tersebut benar-benar tidak dapat diterapkan sehingga jika salah satu dari kriterianya berwarna merah maka untuk selanjutnya analisa pada metode tersebut tidak perlu dilanjutkan.

Adapun rincian dari tiap kriteria berdasarkan *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004* dan Arham, 2003 antara lain :

- Bangunan terletak pada pusat aktivitas masyarakat

Metode Top down merupakan metode yang aman digunakan untuk digunakan untuk bangunan yang terletak pada pusat aktivitas masyarakat dikarenakan metode ini tidak terlalu banyak menggunakan peralatan mesin/alat berat sehingga metode ini cocok digunakan pada pasar turi tahap III Surabaya. Sedangkan metode mekanikal kurang cocok untuk bangunan yang terletak pada pusat aktivitas masyarakat dikarenakan dalam aktivitas



pembongkarannya nanti dapat mengganggu aktivitas masyarakat sekitar Pasar Turi Tahap III dengan keberadaan dari alat-alat berat itu sendiri. Maka dari itulah kedua metode top down diberi warna hijau sedangkan mekanikal diberi tanda warna kuning.

- Bangunan terdiri dari 3 lantai dan cukup luas

Pasar turi tahap III terdiri 3 lantai dan memiliki sisa bangunan yang masih cukup luas walaupun sudah mengalami kebakaran berkali-kali. Untuk bangunan yang luas, metode top down by machine dan metode mekanikal adalah metode yang cocok untuk digunakan pada lokasi ini, dikarenakan dengan luas bangunan yang dimiliki dengan menggunakan peralatan berat yang ada, proses pembongkaran dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan efisien karena itu kedua metode ini mendapat tanda hijau. Sementara itu, untuk itu metode top down manual kurang cocok digunakan untuk kondisi pasar turi tahap III ini dikarenakan dengan berbagai peralatan manual yang digunakan sehingga membuat proses pembongkaran tersebut menjadi lama.

- Elemen struktur yang dihancurkan

Berdasarkan *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004* maka ketiga metode ini cocok untuk menghancurkan material elemen struktur seperti balok, kolom, slab, tiang dan baja. Maka ketiga metode ini diberi tanda warna hijau.

- Material yang dapat diselamatkan

Dengan menggunakan metode top down, beberapa material dari bangunan ini dapat diselamatkan atau dapat digunakan kembali

karena tidak terlalu banyak peralatan berat yang digunakan sehingga memudahkan dalam memisahkan material yang dapat digunakan kembali.

- Ketersediaan peralatan di Surabaya dan Indonesia

Untuk metode top down manual peralatan yang dapat digunakan antara lain *pneumatic hammer* sebagai bahan penghancur betonnya, mesin cutting serta peralatan pendukung pembersihan lainnya seperti dump truck dan wheel loader. Untuk *top down by machine* hampir sama dengan top down manual akan tetapi peralatan utama yang digunakan dalam pembongkarannya adalah *hydraulic stone crusher* serta *tower crane* sebagai alat pendukungnya. Pada kedua metode ini peralatan yang akan digunakan tersedia di Indonesia khususnya di Surabaya. Sedangkan untuk metode mekanikal pada umumnya peralatan yang digunakan masih jarang di Indonesia sehingga untuk metode mekanikal ini mendapat warna merah. Mulai dari kriteria ini, analisa kriteria untuk metode mekanikal dihentikan.

- Kemudahan akses peralatan masuk ke lokasi

Dengan melihat peralatan kedua metode ini serta mempertimbangkan kondisi akses ke proyek (cek perencanaan) sehingga kedua metode ini disimpulkan mempunyai akses yang mudah dalam memasukkan peralatan ke lokasi.

- Ketersediaan pendukung mobilisasi peralatan

Untuk metode top down manual membutuhkan pendukung peralatan sederhana seperti *ramp* sederhana yang terbuat dari papan agar dapat dilalui oleh para pekerja di tiap level lantainya

sedangkan pada metode top down by machine dapat menggunakan tower crane sebagai alat pendukung untuk memindahkan peralatan dari tiap lantainya. Oleh karena itu kedua metode ini diberi tanda

- Tingkat kebisingan

Menurut *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004* tingkat kebisingan yang dihasilkan dari metode *top down manual* adalah lebih dari 80 dB dimana nantinya ini akan sedikit membuat bising dalam proses pembongkarannya, sedangkan top down by machine dengan menggunakan *hydraulic stone crusher* akan menimbulkan kebisingan sekitar 70-74 dB. Oleh karena itu untuk metode top down manual diberi tanda kuning sedangkan metode top down by machine diberi tanda hijau.

- Debu yang dihasilkan

Menurut *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004* kedua metode ini akan menimbulkan polusi debu yang cukup besar karena peralatan yang digunakan pada kedua metode ini. Oleh karena itu, keduanya diberi tanda kuning.

- Getaran yang dihasilkan

Menurut *Code of Practice for Demolition Building, Department of Building, Hongkong 2004*, Pada metode top down manual tingkat getaran yang dihasilkan kecil dan efek yang akan dirasakan manusia dalam tingkat sedang, sementara itu tingkat getaran yang dihasilkan metode top down by machine cukup



besar dan akan terasa pada manusia disekitar lokasi proyek. Oleh karena itu, metode *top down manual* diberi tanda hijau, sedangkan metode *top down by machine* diberi tanda kuning.

Masing-masing warna mempunyai skor/bobot yang berbeda-beda dengan asumsi warna hijau memiliki bobot 2, warna kuning memiliki bobot 1 sedangkan warna merah memiliki bobot 0. Dari hasil pembobotan kriteria pemilihan metode tersebut menunjukkan bahwa *metode top down by machine* yang paling cocok untuk diterapkan pada pembongkaran Pasar Turi tahap III, Surabaya.

#### **4.5 Rencana Tahapan Pembongkaran dengan Metode Terpilih**

Sesuai dengan hasil analisa metode terpilih maka dalam perencanaan pembongkaran pasar turi ini digunakan metode *top down by machine*. Menurut Chen Liu, Benjamin Lyle dan Crag Langston (2005) tenaga kerja yang dibutuhkan untuk bangunan sederhana adalah 4-6 orang dengan durasi kerja 8-10 jam per hari. Sementara itu menurut Arham, 2003 proses pembongkaran dengan menggunakan peralatan berat membutuhkan 5-11 pekerja (termasuk operator peralatan) setiap harinya Dengan melihat kondisi Pasar Turi Tahap III, maka dilakukan pendekatan bahwa pekerja yang dibutuhkan dalam pembongkaran ini adalah 8 Pekerja. Adapun rencana tahapan pembongkarannya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :



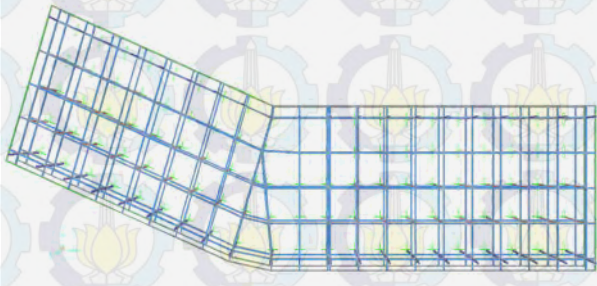
**Tabel 4.3** Rencana Baseline Tahapan Pembongkaran Bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya

Item Pekerjaan	minggu 1	minggu 2	minggu 3	minggu 4
Pembersihan Lapangan				
Pembuatan/Installment Struktur Pendukung Sementara				
Mobilisasi Vertikal Peralatan				
Pembongkaran atap baja				
Pembongkaran Kolom pada Lantai 3				
Pembongkaran Kolom pada lantai 2				
Pembongkaran Balok pada lantai 2				
Pembongkaran Pelat Lantai 2				
Pembongkaran Kolom pada lantai 1				
Pembongkaran Balok pada lantai 1				
Pembongkaran pelat lantai 1				
Uninstallment Struktur Pendukung sementara				
Pembersihan Lokasi dari material sisa bongkaran				
Penjualan Kembali material yang masih bisa terpakai				

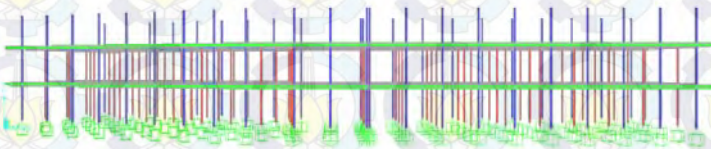
## 4.6 Analisa Biaya Pembongkaran

### 4.6.1 Perhitungan Volume Bangunan

Gambar struktur Pasar Turi Tahap III Surabaya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut



**Gambar 4.14** Struktur Tampak Atas



**Gambar 4.15** Struktur Tampak Samping

Untuk perhitungan volume bangunan Pasar Turi Tahap III Surabaya dapat disajikan pada tabel berikut

**Tabel 4.4** Perhitungan Volume Bangunan

NO.	ITEM PEKERJAAN	GRID	DIMENSI				VOLUME		SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah			
<b>A</b>	<b>BONGKARAN BETON</b>						<b>859.48</b>	<b>m3</b>	
I.	LANTAI 1								
	-K1		0.25	0.25	4.50	65.00	18.28	m3	
	-K2		0.30	0.30	4.50	41.00	16.61	m3	
	sloof	O	118.41	0.25	0.45	1.00	13.32	137.21	m3
		P	120.52	0.25	0.45	1.00	13.56		
		Q	120.67	0.25	0.45	1.00	13.58		
		R	124.74	0.25	0.45	1.00	14.03		
		S	126.82	0.25	0.45	1.00	14.27		
		1-12	28.00	0.25	0.45	12.00	37.80		
		14-22	28.00	0.25	0.45	9.00	28.35		



NO.	ITEM PEKERJAAN	GRID	DIMENSI				VOLUME		SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah			
		13	20.48	0.25	0.45	1.00	2.30		
							<b>137.21</b>		
I.	LANTAI 2								
	-K1		0.25	0.25	4.50	65.00		18.28	m3
	-K2		0.30	0.30	4.50	41.00		16.61	m3
	-balok	O	118.41	0.25	0.45	1.00	13.32	137.21	m3
		P	120.52	0.25	0.45	1.00	13.56		
		Q	120.67	0.25	0.45	1.00	13.58		
		R	124.74	0.25	0.45	1.00	14.03		
		S	126.82	0.25	0.45	1.00	14.27		
		1-12	28.00	0.25	0.45	12.00	37.80		
		14-22	28.00	0.25	0.45	9.00	28.35		
		13	20.48	0.25	0.45	1.00	2.30		



NO.	ITEM PEKERJAAN	GRID	DIMENSI				VOLUME		SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah			
							<b>137.21</b>		
	-plat lantai				0.15		515.29	515.29	m3
<b>B</b>	<b>BONGKARAN BESI TULANGAN</b>							<b>103157.58</b>	kg
<b>I.</b>	<b>LANTAI 1</b>								
	-K1		18.28	m3	150	kg/m3		2742.19	kg
	-K2		16.61	m3	150	kg/m3		2490.75	kg
	sloof		137.21	m3	150	kg/m3		20581.43	kg
<b>I.</b>	<b>LANTAI 2</b>								
	-K1		18.28	m3	150	kg/m3		2742.19	kg
	-K2		16.61	m3	150	kg/m3		2490.75	kg

NO.	ITEM PEKERJAAN	GRID	DIMENSI				VOLUME	SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah		
	-balok		137.21	m3	150	kg/m3	20581.43	kg
	-plat lantai		515.29	m3	100	kg/m3	51528.86	kg
<b>C</b>	<b>BONGKARAN ATAP BAJA</b>						<b>34352.57</b>	<b>kg</b>
	atap		3435.26	m2	10	kg/m2	34352.57	kg

Dari tabel diatas dapat dilihat volume dari bongkaran beton adalah  $859.48 \text{ m}^3$ .

#### 4.6.2 Analisa Biaya Tenaga Kerja dan Biaya Peralatan

Dalam hal ini Biaya Tenaga Kerja adalah biaya yang dihasilkan biaya pekerja yang dibutuhkan selama proses pembongkaran berlangsung tanpa menghitung biaya operator peralatan.

Untuk pekerjaan beton digunakan alat *Hydraulic Stone Crusher* untuk digunakan dalam membongkar beton. Sedangkan *tower crane* digunakan untuk proses pemindahan alat-alat berat yang digunakan selama proses pembongkaran.

Adapun rincian biaya peralatan yang dibutuhkan selama pembongkaran antara lain dengan rincian Alat digunakan selama 8 Jam per hari selama hari kerja dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5** Harga Peralatan yang digunakan

Peralatan	Harga Sewa Per Jam	Harga Sewa Perhari
Hydraulic Stone Crusher	Rp350,000	Rp2,800,000
Dump Truck	Rp176,000	Rp1,408,000
Wheel Loader	Rp198,000	Rp1,584,000
Tower Crane	Rp620,000	Rp4,960,000
Total Biaya Peralatan		Rp10,752,000



Untuk kapasitas Hydraulic stone crusher adalah kelas 200 dengan kebutuhan dump truck adalah 5 buah dengan kapasitas masing – masing dump truck adalah 20 ton. Alat ini dapat membongkar beton  $1 \text{ m}^3 / 2 \text{ menit}$  sehingga per jam nya dapat membongkar  $30 \text{ m}^3$ . Jadi nilai harga satuan pekerjaan pembongkaran beton dengan peralatan adalah :  $350000/30 = 11.666 \approx \text{Rp. } 12.000$  ditambah dengan upah mandor =  $0,0125 \text{ O.H} \times 60.000 = \text{Rp } 7.500$

Sehingga biaya pembongkaran dapat disajikan dalam tabel berikut

**Tabel 4.6** Rincian Biaya Pembongkaran Per Item Pekerjaan

NO.	ITEM PEKERJAAN	SAT.	VOL.	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	Pembersihan Lapangan	m2	3,435.26	Rp11,250	38,646,642
2	Pembongkaran beton				
	lantai 1				
	-K1	m3	18.28	Rp 19,500	356,484
	-K2	m3	16.61	Rp 19,500	323,798
	-Sloof	m3	137.21	Rp 19,500	2,675,585
	lantai 2				
	-K1	m3	18.28	Rp 19,500	356,484
	-K2	m3	16.61	Rp 19,500	323,798



NO.	ITEM PEKERJAAN	SAT.	VOL.	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
	-balok	m3	137.21	Rp 19,500	2,675,585
	-plat lantai	m3	515.29	Rp 19,500	10,048,127
	lantai 3				
	-K2	m3	16.61	Rp 19,500	323,798
3	Biaya bongkaran atap baja	m2	3435.26	Rp 7,425	25,506,784
4	Biaya Pembersihan Lapangan akhir	m2	3435.26	Rp 11,250	38,646,642
5	Biaya sewa lifting crane, dump truck & wheel loader	hari		Rp 10,752,000	215,040,000
<b>TOTAL</b>					<b>334,923,727</b>
<b>PPN 10%</b>					<b>33,492,373</b>
<b>TOTAL BIAYA PEMBONGKARAN</b>					<b>Rp. 368,416,100</b>
<b>DIBULATKAN</b>					<b>Rp. 368,416,000</b>

#### 4.6.3 Analisa Biaya Material yang dapat Digunakan

Biaya material yang dapat diselamatkan adalah biaya dari hasil penjualan ulang material yang telah dibongkar. Untuk bongkaran besi tulangan yang terdapat di dalam beton kolom, sloof, balok dan plat diasumsikan hanya 70% dari total volume yang dapat dijual kembali, sedangkan bongkaran atap baja hanya sekitar 20% saja yang dapat dijual per kg. Berikut volume perhitungan benda material yang dapat diselamatkan.

**Tabel 4.7** Perhitungan Bongkaran yang akan di daur ulang

NO.	ITEM PEKERJAAN	GRID	DIMENSI				VOLUME		SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah			
<b>A</b>	<b>BONGKARAN BETON</b>						<b>859.48</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	
<b>I</b>	<b>LANTAI 1</b>								
	-K1		0.25	0.25	4.50	65.00	18.28	m3	
	-K2		0.30	0.30	4.50	41.00	16.61	m3	
	sloof	O	118.41	0.25	0.45	1.00	13.32	137.21	m3
		P	120.52	0.25	0.45	1.00	13.56		
		Q	120.67	0.25	0.45	1.00	13.58		
		R	124.74	0.25	0.45	1.00	14.03		
		S	126.82	0.25	0.45	1.00	14.27		
		1-12	28.00	0.25	0.45	12.00	37.80		
		14-22	28.00	0.25	0.45	9.00	28.35		
		13	20.48	0.25	0.45	1.00	2.30		
							<b>137.21</b>		
<b>I</b>	<b>LANTAI 2</b>								
	-K1		0.25	0.25	4.50	65.00	18.28	m3	
	-K2		0.30	0.30	4.50	41.00	16.61	m3	
	-balok	O	118.41	0.25	0.45	1.00	13.32	137.21	m3
		P	120.52	0.25	0.45	1.00	13.56		
		Q	120.67	0.25	0.45	1.00	13.58		

NO.	ITEM PEKERJAAN	GRID	DIMENSI				VOLUME		SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah			
		R	124.74	0.25	0.45	1.00	14.03		
		S	126.82	0.25	0.45	1.00	14.27		
		1-12	28.00	0.25	0.45	12.00	37.80		
		14-22	28.00	0.25	0.45	9.00	28.35		
		13	20.48	0.25	0.45	1.00	2.30		
							<b>137.21</b>		
	-plat lantai				0.15		515.29	515.29	m3
<b>B</b>	<b>BONGKAR AN BESI TULANGAN</b>							<b>72210.31</b>	kg
<b>I</b>	<b>LANTAI 1</b>								
	-K1		18.28	m3	150	kg/m3	70%	1919.53	kg
	-K2		16.61	m3	150	kg/m3	70%	1743.53	kg
	sloof		137.21	m3	150	kg/m3	70%	14407.00	kg
<b>I</b>	<b>LANTAI 2</b>								
	-K1		18.28	m3	150	kg/m3	70%	1919.53	kg
	-K2		16.61	m3	150	kg/m3	70%	1743.53	kg
	-balok		137.21	m3	150	kg/m3	70%	14407.00	kg

NO.	ITEM PEKERJAAN	GRD	DIMENSI				VOLUME		SAT
			Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah			
	-plat lantai		515.29	m3	100	kg/m3	70%	36070.20	kg
<b>C</b>	<b>BONGKARAN ATAP BAJA</b>							<b>6870.51</b>	<b>kg</b>
	atap		3435.26	m2	10	kg/m2	20%	6870.51	kg

Adapaun rincian biaya yang diperlukan untuk menjual kembali material tersebut yaitu

**Tabel 4.8** Rincian Biaya Jual Material yang dapat Digunakan

Item Biaya	Volume	satuan	Harga satuan	Harga Jual
Besi Tulangan	72210	kg	Rp. 3000,-	Rp. 216.630.000
Baja Atap	6871	kg	Rp. 6450,-	Rp 44.317.950,-
Biaya Total				Rp. 260.947.950,-

#### 4.6.4 Analisa Biaya Administrasi

Analisa biaya administrasi adalah biaya administrasi yang diperlukan untuk menjalankan perusahaan subkontraktor. Barang-barang seperti memperkirakan, izin, peralatan dan pemeliharaan harus dimasukkan ketika menentukan rincian biaya untuk proyek pembongkaran.



**Tabel 4.9** Rincian Biaya Administrasi

Item Biaya	Volume	Total Biaya
Biaya perencanaan		Rp5,000,000
Ijin		Rp5,000,000
Overhead	1 % dari total biaya bongkaran	Rp3,684,160
Total		Rp13,684,160

#### 4.6.5 Analisa Biaya Perbaikan Lingkungan

Unsur biaya Ce merangkum lingkungan biaya kepatuhan kepada sub - kontraktor, termasuk benarpembuangan limbah, perlindungan debu, manajemen sampah dan pengelolaan air. Perhitungan biaya perbaikan lingkungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 4.10** Rincian Biaya Perbaikan Lingkungan

Item Biaya	Volume	Sat	Harga Satuan	Total Biaya
Waste dispossal	20% waste dari bongkaran beton			
	171.90	m3	Rp33,000	Rp5,672,568
Dust protection				-
Water management	1 % dari total biaya bongkaran			Rp3,684,160
Total				Rp9,356,728

#### 4.6.6 Total Pembongkaran

Dengan menggunakan rumus dari Chen Liu, Benjamin Lyle dan Crag Langston (2005):

$$C = C_j - B_m + C_p + C_e + C_a$$

Maka perhitungan biaya total pembongkarannya adalah :

**Tabel 4.11** Rincian Biaya Total Pembongkaran

Keterangan	Koefisien	Total Biaya
Rumus	$C = C_j - B_m + C_p + C_e + C_a$	
Biaya Pembongkaran meliputi tenaga kerja & peralatan	$C_j + C_p$	Rp368,416,000
Biaya material ( manfaat dari bahan diselamatkan )	$B_m$	-Rp260,947,950
Biaya perbaikan lingkungan	$C_e$	Rp9,356,728
Biaya administrasi	$C_a$	Rp13,684,160
<b>Biaya pembongkaran</b>	<b>C</b>	<b>Rp130,508,938</b>

Sehingga biaya total pembongkarannya adalah Rp 130.508.938,-

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari tugas akhir ini adalah :

1. Berdasarkan hasil pemilihan metode pembongkaran menggunakan sistem *Traffic Light Analysis* yang membandingkan antara kriteria metode top down manual, top down by machine dan metode mekanikal dengan kondisi Pasar Turi Tahap III Surabaya maka metode *top down by machine* yang sesuai untuk diterapkan pada pembongkaran Pasar Turi Tahap III Surabaya
2. Biaya total pembongkaran dari Pasar Turi Tahap III Surabaya adalah Rp 130.508.938,- Biaya ini meliputi biaya tenaga kerja, biaya peralatan, biaya administrasi, biaya perbaikan lingkungan serta dikurangi dengan biaya material yang bisa diselamatkan.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan diatas maka saran untuk tugas akhir ini adalah

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat meneliti pembongkaran dengan menggunakan standar pembongkaran yang lain.



2. Untuk penelitian selanjutnya juga dapat lebih fokus untuk merencanakan pembongkaran suatu gedung atau bangunan dengan fokus pada satu metode

\*\*\*

## DAFTAR PUSTAKA

Arham, A. 2003. *“Intelligent Selection of Demolition Techniques”*, Ph.D Thesis, Civil & Building Engineering Department, Loughborough University, UK

British Standard Institution. 2000. *“Code Practice of Demolition in BS 6187 : 2000 “*, British Standard Institute, UK

Building Department of Hongkong. 2004. *“Code of Practice for Demolition Building”*, Hongkong.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). 2013. *“Laporan Perhitungan Analisa Struktur Pasar Turi Tahap III”*, Surabaya.

Langston, C. And Ding, G.2001. *“Sustainable Practices in the Built Environment (second edition)”*. Butterworth-Heinemann, London

Ostwald, P. 2001. *“Construction Cost Analysis and Estimating”*. Prentice Hall, New Jersey.

Qu, S. 2010. *“Demolish-IT: the development of a process management tool for the demolition industry”* Ph.D Thesis, Civil & Building Engineering Department, Loughborough University, UK

Smith, J. 1998. *“Building Cost Planning for Design Team”*. Deakin University Press, Geelong.

*Undang-Undang Republik Indonesia No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung*

Zainal, A. Z. 2005 *“Analisis Bangunan : Menghitung Anggaran Bangunan”*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

### Lampiran 1 Foto Kerusakan Atap















## Lampiran 2 Foto kerusakan pada lantai 1



Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 1-2

Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 3-4



Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 4-5

Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 5-6





Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 6-7

Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 8-9



Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 14-15



Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 15-16



Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 16-17

Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 19-20





Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ; 22-22'

Kerusakan pada pelat lt. 1 As P-Q ;12-13



Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 1-2

Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 2-3



Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 3-4

Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 4-5





Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 8-9

Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 11-12



Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 18-19

Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 19-20 (2)



Kerusakan pada pelat lt. 1 As R-S ; 21-22 (2)

Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 3-4





Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 4-5



Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 5-6



Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 16-17

Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 19-20



Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 20-21

Kerusakan pada pelat lt. 1 As S-S' ; 22-22'



### Lampiran 3. Foto kerusakan lantai – 2



Kerusakan pada pelat lt. 2 As O-P ; 11-12

Kerusakan pada pelat lt. 2 As O-P ; 12-13



Kerusakan pada pelat lt. 2 As O-P ; 13-14

Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 12-13



Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 13-14

Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 14-15





Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 15-16

Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 16-17



Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 17-18

Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 18-19



Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 19-20

Kerusakan pada pelat lt. 2 As P-Q ; 21-22



Lampiran 4. Tabel Data Kerusakan Hasil Pengamatan Pasar Turi  
Tahap III

Data Hasil Pengamatan Pasar Turi tahap III lantai 1 dan  
klasifikasi kerusakannya

No	Lantai	Lokasi	Indikasi Kebakaran (Retak,Spalling,Melendut, Dll)	Tingkat Kerusakan
1	1	S - S' ; 2 - 1	Spaling pada pelat dan retak	Berat
2	1	S - S' ; 3 - 4	Spaling pada pelat dan retak	Berat
3	1	S - S' ; 4 - 5	Spaling pada pelat dan retak	Berat
4	1	S - S' ; 5 - 6	Spaling pada pelat dan retak	Berat
5	1	S - S' ; 6 - 7	Spaling pada pelat dan retak	Berat
6	1	S - S' ; 7 - 8	Spaling pada pelat dan retak	Berat
7	1	S - S' ; 8 - 9	Spaling pada pelat dan retak	Berat
8	1	S - S' ; 9 - 10	Spaling pada pelat dan retak	Berat
9	1	S - S' ; 20 - 21	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
10	1	S - S' ; 21 - 22	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
11	1	S - S' ; 22 – 22'	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang

12	1	S - S' ; 15 - 16	Spaling pada pelat dan retak	Berat
13	1	S - S' ; 16 - 17	Spaling pada pelat dan retak	Berat
14	1	S - S' ; 17 - 18	Spaling pada pelat dan retak	Berat
15	1	S - S' ; 18 - 19	Spaling pada pelat dan retak	Berat
16	1	S - S' ; 19 - 20	Spaling pada pelat dan retak	Berat
17	1	S - S' ; 1 - 2	Spaling pada pelat dan retak	Berat
18	1	S - S' ; 12 - 13	Spaling pada pelat dan retak	Berat
19	1	S - S' ; 13 - 14	Spaling pada pelat dan retak	Berat
20	1	S - S' ; 14 - 15	Spaling pada pelat dan retak	Berat
21	1	R - S ; 7 - 8	Spaling pada pelat dan retak	Berat
22	1	R - S ; 8 - 9	Spaling pada pelat dan retak	Berat
23	1	R - S ; 9 - 10	Spaling pada pelat dan retak	Berat
24	1	R - S ; 13 - 14	Spaling pada pelat dan retak	Berat
25	1	R - S ; 11 - 12	Spaling pada pelat dan retak	Berat
No	Lantai	Lokasi	Indikasi Kebakaran (Retak,Spalling,Melendut, Dll)	Tingkat Kerusakan
26	1	R - S ; 2 - 3	Spaling pada pelat dan retak	Berat

27	1	R - S ; 3 - 4	Spaling pada pelat dan retak	Berat
28	1	R - S ; 4 - 5	Spaling pada pelat dan retak	Berat
29	1	R - S ; 5 - 6	Spaling pada pelat dan retak	Berat
30	1	R - S ; 6 - 7	Spaling pada pelat dan retak	Berat
31	1	R - S ; 20 – 21	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
32	1	R - S ; 21 – 22	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
33	1	R - S ; 22 – 22'	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
34	1	R - S ; 17 – 18	Spaling pada pelat dan retak	Berat
35	1	R - S ; 18 – 19	Spaling pada pelat dan retak	Berat
36	1	R - S ; 19 – 20	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
37	1	R - S ; 20 – 21	Hitam dan Retak pada pelat	Sedang
38	1	R - S ; 12 – 13	Spaling pada pelat dan retak	Berat
39	1	R - S ; 14 – 15	Spaling pada pelat dan retak	Berat
40	1	R - S ; 15 – 16	Spaling pada pelat dan retak	Berat
41	1	R - S ; 16 – 17	Spaling pada pelat dan retak	Berat



42	1	P - Q ; 9 – 10	Spaling pada pelat dan retak	Berat
43	1	P - Q ; 2 – 3	Spaling pada pelat dan retak	Berat
44	1	P - Q ; 12 – 13	Spaling pada pelat dan retak	Berat
45	1	R - S ; 1 – 2	Spaling pada pelat dan retak	Berat
46	1	R - S ; 11 – 12	Spaling pada pelat dan retak	Berat
47	1	P - Q ; 4 – 5	Spaling pada pelat dan retak	Berat
48	1	P - Q ; 5 – 6	Spaling pada pelat dan retak	Berat
49	1	P - Q ; 6 – 7	Spaling pada pelat dan retak	Berat
50	1	P - Q ; 7 – 8	Spaling pada pelat dan retak	Berat
51	1	P - Q ; 8 – 9	Spaling pada pelat dan retak	Berat
52	1	P - Q ; 3 – 4	Spaling pada pelat dan retak	Berat
53	1	P - Q ; 19 – 20	Spaling pada pelat dan retak	Berat
54	1	P - Q ; 20 – 21	Spaling pada pelat dan retak	Berat
55	1	P - Q ; 21 – 22	Spaling pada pelat dan retak	Berat
No	Lantai	Lokasi	Indikasi Kebakaran (Retak,Spalling,Melendut, Dll)	Tingkat Kerusakan
56	1	P - Q ; 17 – 18	Spaling pada pelat dan retak	Berat

57	1	P - Q ; 18 – 19	Spaling pada pelat dan retak	Berat
58	1	P - Q ; 15 – 16	Spaling pada pelat dan retak	Berat
59	1	P - Q ; 16 – 17	Spaling pada pelat dan retak	Berat
60	1	P - Q ; 1 – 2	Spaling pada pelat dan retak	Berat
61	1	P - Q ; 12 – 13	Spaling pada pelat dan retak	Berat
62	1	P - Q ; 13 – 14	Spaling pada pelat dan retak	Berat
63	1	P - Q ; 14 – 15	Spaling pada pelat dan retak	Berat
64	1	P - Q ; 11 – 12	Spaling pada pelat dan retak	Berat
65	1	O - P ; 21 – 22	Spaling pada pelat dan retak	Berat

Data Hasil Pengamatan Pasar Turi tahap III lantai 2 dan klasifikasi kerusakannya

No	Lantai	Lokasi	Indikasi Kebakaran (Retak,Spalling,Melendut, Dll)	Tingkat Kerusakan
1	2	P - Q ; 19 - 20	Spaling pada pelat dan retak	Berat
2	2	P - Q ; 21 – 22	Spaling pada pelat dan retak	Berat
3	2	P - Q ; 18 – 19	Spaling pada pelat dan retak	Berat

4	2	P - Q ; 16 – 17	Spaling pada pelat dan retak	Berat
5	2	P - Q ; 17 – 18	Spaling pada pelat dan retak	Berat
6	2	P - Q ; 14 – 15	Spaling pada pelat dan retak	Berat
7	2	P - Q ; 15 – 16	Spaling pada pelat dan retak	Berat
8	2	P - Q ; 13 – 14	Spaling pada pelat dan retak	Berat
9	2	O - P ; 13 - 14	Spaling pada pelat dan retak	Berat
10	2	P - Q ; 12 – 13	Spaling pada pelat dan retak	Berat
11	2	O - P ; 11 – 12	Spaling pada pelat dan retak	Berat
12	2	O - P ; 12 - 13	Spaling pada pelat dan retak	Berat

Data Hasil Pengamatan Pasar Turi tahap III lantai 3 dan  
klasifikasi kerusakannya



## Lampiran 5. Hasil Pengujian Hammer Test di Lapangan

### Hasil Pengujian Hammer Test pada Lantai 1

No.	Elemen Struktur	Kode	Lokasi	Sudut (°)	Rebound							Tegangan $\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	Ket.
					1	2	3	4	5	rata <sup>2</sup>	Rebound Terkoreksi		
A	B	C	D	E	F							G	H
1	Balok	As O-P / 1	Lantai 1	0	24	22	21	24	23	22,80	22,80	134,61	
2	Balok	As P / 1-2	Lantai 1	0	20	24	21	21	23	21,80	21,80	122,17	
3	Balok	As R-S / 2	Lantai 1	0	24	21	23	20	22	22,00	22,00	124,63	
4	Balok	As S / 2-3	Lantai 1	0	25	23	23	22	21	22,80	22,80	134,61	
5	Balok	As P-Q / 4	Lantai 1	0	23	21	24	22	21	22,20	22,20	127,10	
6	Balok	As R / 4-5	Lantai 1	0	24	24	21	21	23	22,60	22,60	132,09	
7	Balok	As Q-R / 6	Lantai 1	0	23	22	23	21	23	22,40	22,40	129,59	
8	Balok	As Q / 6-7	Lantai 1	0	25	23	23	21	22	22,80	22,80	134,61	
9	Balok	As R-S / 8	Lantai 1	0	22	23	23	24	21	22,60	22,60	132,09	
10	Balok	As S / 3-4	Lantai 1	0	24	21	24	20	23	22,40	22,40	129,59	
11	Kolom	As R2	Lantai 1	0	24	23	23	22	25	23,40	23,40	142,29	
12	Kolom	As S4	Lantai 1	0	24	24	23	25	22	23,60	23,60	144,88	
13	Kolom	As P4	Lantai 1	0	24	21	22	24	22	22,60	22,60	132,09	
14	Kolom	As P5	Lantai 1	0	24	24	22	24	23	23,40	23,40	142,29	
15	Kolom	As Q7	Lantai 1	0	22	24	22	25	21	22,80	22,80	134,61	
16	Kolom	As O8	Lantai 1	0	24	23	23	21	24	23,00	23,00	137,16	
17	Kolom	As R9	Lantai 1	0	24	22	23	23	24	23,20	23,20	139,71	
18	Kolom	As S10	Lantai 1	0	24	23	22	24	22	23,00	23,00	137,16	
19	Kolom	As Q11	Lantai 1	0	22	22	23	22	23	22,40	22,40	129,59	
20	Kolom	As P12	Lantai 1	0	24	21	23	21	25	22,80	22,80	134,61	

## Hasil Pengujian Hammer Test pada Lantai 2

No.	Elemen Struktur	Kode	Lokasi	Sudut (°)	Rebound							Tegangan		Ket
					1	2	3	4	5	rata²	Rebound Terkoreksi	σ kg/cm²		
A	B	C	D	E	F							G	H	
1	Balok	As R-S / 13	Lantai 2	0	21	22	21	23	22	21,80	21,80	122,17		
2	Balok	As Q / 13-14	Lantai 2	0	24	22	22	24	22	22,80	22,80	134,61		
3	Balok	As O-P / 15	Lantai 2	0	22	24	22	23	22	22,60	22,60	132,09		
4	Balok	As Q / 15-16	Lantai 2	0	24	22	22	23	22	22,60	22,60	132,09		
5	Balok	As O-P / 19	Lantai 2	0	24	21	23	21	21	22,00	22,00	124,63		
6	Balok	As Q / 18-19	Lantai 2	0	21	23	21	24	22	22,20	22,20	127,10		
7	Balok	As Q-R / 20	Lantai 2	0	24	21	22	21	24	22,40	22,40	129,59		
8	Balok	As S / 20-21	Lantai 2	0	24	23	21	24	21	22,60	22,60	132,09		
9	Balok	As R-S / 21	Lantai 2	0	22	24	22	21	23	22,40	22,40	129,59		
10	Balok	As O / 21-22	Lantai 2	0	23	22	23	21	21	22,00	22,00	124,63		
11	Kolom	As R12	Lantai 2	0	24	22	24	20	23	22,60	22,60	132,09		
12	Kolom	As P13	Lantai 2	0	23	22	23	22	21	22,20	22,20	127,10		
13	Kolom	As O14	Lantai 2	0	24	24	22	21	22	22,60	22,60	132,09		
14	Kolom	As R15	Lantai 2	0	25	21	22	24	23	23,00	23,00	137,16		
15	Kolom	As S15	Lantai 2	0	22	22	21	23	24	22,40	22,40	129,59		
16	Kolom	As Q17	Lantai 2	0	24	23	24	21	22	22,80	22,80	134,61		
17	Kolom	As P18	Lantai 2	0	24	23	24	21	24	23,20	23,20	139,71		
18	Kolom	As O20	Lantai 2	0	23	21	21	22	23	22,00	22,00	124,63		
19	Kolom	As Q21	Lantai 2	0	21	22	25	24	22	22,80	22,80	134,61		
20	Kolom	As R22	Lantai 2	0	23	22	23	21	21	22,00	22,00	124,63		
21	Pelat	As O-P / 1-2	Lantai 2	90	27	26	25	29	27	26,80	26,80	120,04		
22	Pelat	As P-Q / 2-3	Lantai 2	90	25	27	27	26	28	26,60	26,60	117,42		
23	Pelat	As R-S / 2-3	Lantai 2	90	28	27	26	25	28	26,80	26,80	120,04		
24	Pelat	As P-Q / 3-4	Lantai 2	90	25	26	28	27	25	26,20	26,20	112,26		
25	Pelat	As R-S / 4-5	Lantai 2	90	27	29	25	26	27	26,80	26,80	120,04		
26	Pelat	As Q-R / 7-8	Lantai 2	90	25	26	28	29	25	26,60	26,60	117,42		
27	Pelat	As R-S / 8-9	Lantai 2	90	27	28	26	27	26	26,80	26,80	120,04		
28	Pelat	As P-Q / 14-15	Lantai 2	90	25	27	28	26	27	26,60	26,60	117,42		
29	Pelat	As Q-R / 16-17	Lantai 2	90	26	27	27	27	28	27,00	27,00	122,68		
30	Pelat	As P-Q / 18-19	Lantai 2	90	27	26	27	28	26	26,80	26,80	120,04		

### Hasil Pengujian Hammer Test pada Lantai 3

No.	Elemen Struktur	Kode	Lokasi	Sudut (°)	Rebound							Tegangan $\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	Ket.
					1	2	3	4	5	rata <sup>2</sup>	Rebound Terkoreksi		
A	B	C	D	E	F							G	H
1	Balok	As O-P / 1	Lantai 3	0	20	22	24	21	24	22,20	22,20	127,10	
2	Balok	As P-Q / 1	Lantai 3	0	23	21	23	24	20	22,20	22,20	127,10	
3	Balok	As Q-R / 1	Lantai 3	0	22	21	22	23	22	22,00	22,00	124,63	
4	Balok	As R-S / 1	Lantai 3	0	20	22	23	21	22	21,60	21,60	119,74	
5	Balok	As P-Q / 2	Lantai 3	0	23	21	21	20	23	21,60	21,60	119,74	
6	Balok	As R-S / 2	Lantai 3	0	21	20	24	23	21	21,80	21,80	122,17	
7	Balok	As O-P / 21	Lantai 3	0	24	22	23	21	22	22,40	22,40	129,59	
8	Balok	As P-Q / 22	Lantai 3	0	23	23	22	22	20	22,00	22,00	124,63	
9	Balok	As Q-R / 21	Lantai 3	0	22	22	23	23	21	22,20	22,20	127,10	
10	Balok	As R-S / 22	Lantai 3	0	23	21	21	21	22	21,60	21,60	119,74	
11	Kolom	As P3	Lantai 3	0	22	22	23	20	25	22,40	22,40	129,59	
12	Kolom	As R6	Lantai 3	0	21	20	22	23	22	21,60	21,60	119,74	
13	Kolom	As S7	Lantai 3	0	22	20	24	21	24	22,20	22,20	127,10	
14	Kolom	As R9	Lantai 3	0	23	21	23	22	25	22,80	22,80	134,61	
15	Kolom	As P10	Lantai 3	0	22	23	21	24	22	22,40	22,40	129,59	
16	Kolom	As O12	Lantai 3	0	21	22	22	20	21	21,20	21,20	114,92	
17	Kolom	As P14	Lantai 3	0	23	23	22	24	22	22,80	22,80	134,61	
18	Kolom	As Q16	Lantai 3	0	22	21	22	21	23	21,80	21,80	122,17	
19	Kolom	As Q18	Lantai 3	0	20	22	23	24	21	22,00	22,00	124,63	
20	Kolom	As R20	Lantai 3	0	23	24	21	22	20	22,00	22,00	124,63	
21	Pelat	As P-Q / 3-4	Lantai 3	90	26	26	25	29	29	27,00	27,00	122,68	
22	Pelat	As R-S / 4-5	Lantai 3	90	25	27	27	26	28	26,60	26,60	117,42	
23	Pelat	As O-P / 6-7	Lantai 3	90	27	26	29	28	26	27,20	27,20	125,35	
24	Pelat	As O-P / 8-9	Lantai 3	90	26	28	26	27	26	26,60	26,60	117,42	
25	Pelat	As Q-R / 12-13	Lantai 3	90	30	27	27	28	27	27,80	27,80	133,50	
26	Pelat	As R-S / 14-15	Lantai 3	90	25	28	28	26	28	27,00	27,00	122,68	
27	Pelat	As Q-R / 15-16	Lantai 3	90	27	26	28	27	26	26,80	26,80	120,04	
28	Pelat	As O-P / 18-19	Lantai 3	90	26	28	27	29	26	27,20	27,20	125,35	
29	Pelat	As P-Q / 19-20	Lantai 3	90	26	29	26	27	26	26,80	26,80	120,04	
30	Pelat	As Q-R / 20-21	Lantai 3	90	29	26	28	26	28	27,40	27,40	128,04	



## Lampiran 6. Data Laporan Analisa Struktur Pasar Turi Tahap III Surabaya

Material yang digunakan dalam perencanaan ini dibagi menjadi beberapa jenis material sesuai dengan fungsi dan jenis elemennya, beberapa material yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Material elemen struktur balok dan pelat menggunakan beton K250 yang setara dengan kekuatan tekan silinder karakteristik ( $f'_c$ ) 20 MPa.
- b. Material elemen struktur kolom menggunakan beton K250 yang setara dengan kekuatan tekan silinder karakteristik ( $f'_c$ ) 20 MPa.
- c. Material elemen struktur tulangan baja polos menggunakan tegangan leleh sebesar 240 MPa untuk diameter tulangan 8 mm hingga 12 mm.
- d. Material elemen struktur tulangan baja deform menggunakan tegangan leleh sebesar 400 MPa untuk diameter tulangan 13 mm hingga 25 mm.

### **Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan**

Pembebanan yang bekerja pada struktur ini terdiri dari beban mati (berat sendiri dan beban mati tambahan), beban hidup, beban angin dan beban gempa. Untuk kombinasi pembebanan mengacu pada beberapa peraturan yaitu SNI 2847-2002, ACI 318-02, UBC 1997 dan SNI 1729-2002. Beban – beban yang bekerja secara detil dijabarkan sebagai berikut :

- **Beban Mati**

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafond,

tangga, dinding partisi, komponen arsitektural lainnya yang terpasang pada gedung.

Beban mati pada perencanaan gedung ini meliputi berat sendiri dari masing – masing elemen struktur seperti berat pelat, balok dan kolom serta struktur atap. Besarnya beban – beban mati tersebut secara otomatis telah diperhitungkan dalam permodelan struktur gedung. Adapun dasar perhitungan beban mati adalah dimensi elemen struktur tersebut dikalikan dengan berat jenis bahan konstruksi gedung yang antara lain dapat dilihat sebagai berikut :

- |                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| a. Beton                                | : $2400 \text{ kg/m}^3$ |
| b. Beban dinding bata ringan            | : $108 \text{ kg/m}^2$  |
| c. Beban mati dinding /atap kaca temper | : $55 \text{ kg/m}^2$   |
| d. Beban mati dinding / atap panel      | : $52 \text{ kg/m}^2$   |
| e. Finishing lantai dan plafond         | : $150 \text{ kg/m}^2$  |

- **Beban Hidup**

Beban hidup lantai yang bekerja dalam struktur ini berupa beban terbagi rata sesuai fungsi ruangnya, yang besarnya diambil sebesar :

Beban hidup lantai pasar	: $250 \text{ kg/m}^2$ .
--------------------------	--------------------------

- **Beban Gempa**

Peninjauan beban gempa pada perencanaan struktur bangunan ini ditinjau secara analisa dinamis 3 dimensi. Fungsi *response spectrum* ditetapkan sesuai peta wilayah gempa untuk daerah Surabaya-Jawa Timur adalah wilayah Gempa 2 sebagaimana ketentuan dalam SNI 1726-2002 serta mempertimbangkan kondisi tanah dilokasi rencana struktur ini yaitu tanah lunak.

Parameter-parameter perhitungan gaya gempa berupa *base shear* mengacu pada ketentuan yang telah diatur dalam SNI 1726-2002 dan SNI 2847-2002. Solusi terhadap kombinasi *ragam response spectrum* menggunakan metode *complete quadratic combination* (CQC).

- **Kombinasi Pembebanan**

Setelah diketahui beban – beban yang bekerja pada elemen struktur maka dalam pendesainan elemen struktur digunakan kombinasi pembebanan untuk mendapatkan pembebanan yang maksimum yang mungkin terjadi pada saat beban bekerja secara individual maupun bersamaan.

Konfigurasi kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 2847-2002 dapat dilihat sebagai berikut :

- $1,20DL + 1,60LL$  (SNI 2847-2002)
- $1,20DL + 0,5 LL \pm 1,00E$  (SNI 2847-2002)
- $1,40DL$  (SNI 2847-2002)
- $0,90DL \pm 1,00 E$  (SNI 2847-2002)

Dimana :

DL = Dead Load (Beban Mati)

LL = Life Load (Beban Hidup)

E = EarthQuake Load (Beban Gempa)

### **Pendefinisian Modal Analisis dan Ragam Analisis**

Analisis modal menggunakan SAP 2000 diambil sebanyak 30 Mode Shape untuk menjamin partisipasi massa struktur lebih dari 90 %. Dalam hal ini partisipasi massa dari struktur diambil 99%



terhadap gaya lateral kearah X dan kearah Y. Input form untuk analisa modal dapat dilihat pada gambar berikut

Load Case Data - Modal

Load Case Name

MODAL

Set Def Name

Notes

Modify/Show...

Load Case Type

Modal

Design...

Stiffness to Use

☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State

☐ Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes

☒ Eigen Vectors

☐ Ritz Vectors

Number of Modes

Maximum Number of Modes

30

Minimum Number of Modes

1

Loads Applied

Load Type	Load Name	Target Mass Participation Ratios (%)	Static Correction
Load Pattern	DEAD	99.	No
Accel	UX	99.	No
Accel	UY	99.	No

Add

Modify

Delete

☒ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Frequency Shift (Center)

0.

Cutoff Frequency (Radius)

0.

Convergence Tolerance

1.000E-09

☒ Allow Automatic Frequency Shifting

OK

Cancel

TABLE: Modal Load Participation Ratios

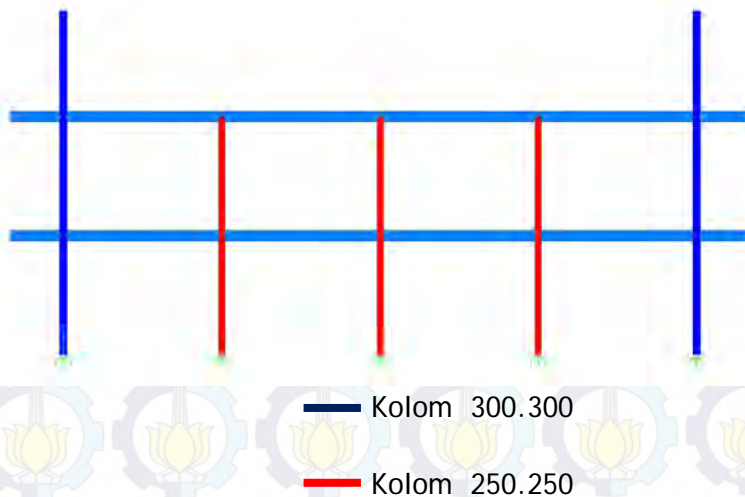
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9998	99.9838
MODAL	Acceleration	UY	99.999	99.9212
MODAL	Acceleration	UZ	0.5445	0.1631

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	1.364161	0.73305	4.6059	21.214
MODAL	Mode	2	1.356349	0.73727	4.6324	21.459
MODAL	Mode	3	1.296269	0.77144	4.8471	23.495
MODAL	Mode	4	1.271153	0.78669	4.9429	24.432
MODAL	Mode	5	1.241614	0.8054	5.0605	25.609
MODAL	Mode	6	1.207203	0.82836	5.2047	27.089
MODAL	Mode	7	0.481424	2.0772	13.051	170.33
MODAL	Mode	8	0.479137	2.0871	13.114	171.97
MODAL	Mode	9	0.466436	2.1439	13.471	181.46
MODAL	Mode	10	0.457747	2.1846	13.726	188.41
MODAL	Mode	11	0.438768	2.2791	14.32	205.06
MODAL	Mode	12	0.426602	2.3441	14.728	216.93
MODAL	Mode	13	0.202043	4.9494	31.098	967.1
MODAL	Mode	14	0.201803	4.9553	31.135	969.4
MODAL	Mode	15	0.19968	5.008	31.466	990.12
MODAL	Mode	16	0.199221	5.0195	31.539	994.69
MODAL	Mode	17	0.198646	5.0341	31.63	1000.5
MODAL	Mode	18	0.197606	5.0606	31.796	1011
MODAL	Mode	19	0.196448	5.0904	31.984	1023
MODAL	Mode	20	0.194859	5.1319	32.245	1039.7
MODAL	Mode	21	0.194002	5.1546	32.387	1048.9
MODAL	Mode	22	0.191488	5.2223	32.812	1076.7
MODAL	Mode	23	0.191434	5.2237	32.822	1077.3
MODAL	Mode	24	0.190002	5.2631	33.069	1093.6
MODAL	Mode	25	0.189979	5.2637	33.073	1093.8
MODAL	Mode	26	0.189805	5.2686	33.103	1095.8
MODAL	Mode	27	0.189037	5.29	33.238	1104.8
MODAL	Mode	28	0.186944	5.3492	33.61	1129.6
MODAL	Mode	29	0.186728	5.3554	33.649	1132.2
MODAL	Mode	30	0.185364	5.3948	33.896	1149

## Peninjauan Elemen Struktur Kolom Eksisting

Peninjauan Desain penulangan elemen struktur kolom ini menggunakan program PCACOL 3.63 untuk penulangan lentur dan Beam-Column Calculation V1.3.5 untuk penulangan geser. Untuk control daktilitas elemen struktur kolom menggunakan Concrete Column Analysis V2.6.1

### Cek Kolom

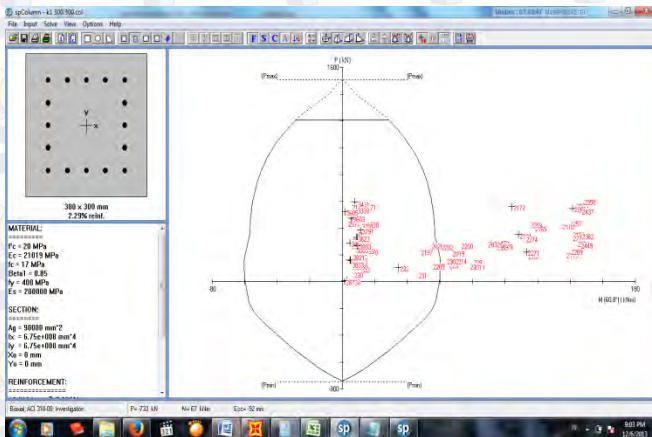


Gambar Potongan AS 7 gedung Pasar Turi

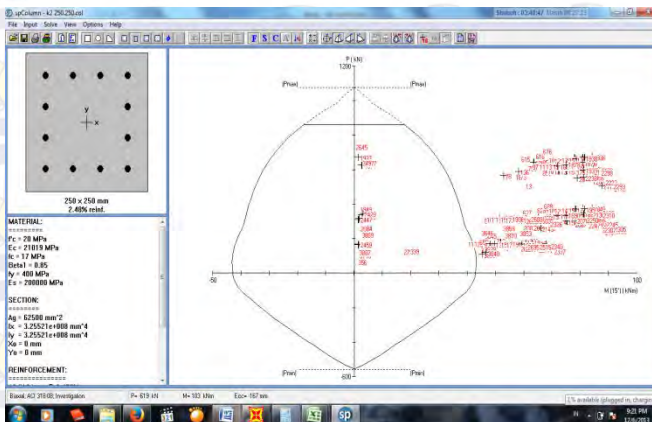
Dari hasil analisa didapatkan penulangan seperti pada Tabel dibawah ini



Pasar Turi-Surabaya					
No	Column Type	End Reinf.	Mid Reinf.	Shear	KETERANGAN
		T/C	T/C	T/L	
1	K1 300.300	16D13	16D13	$\phi 10-100/\phi 10-100$	NOT OK
2	K2 250.250	12D13	12D13	$\phi 10-100/\phi 10-100$	NOT OK



Kolom K1 300x300 (16 D13)



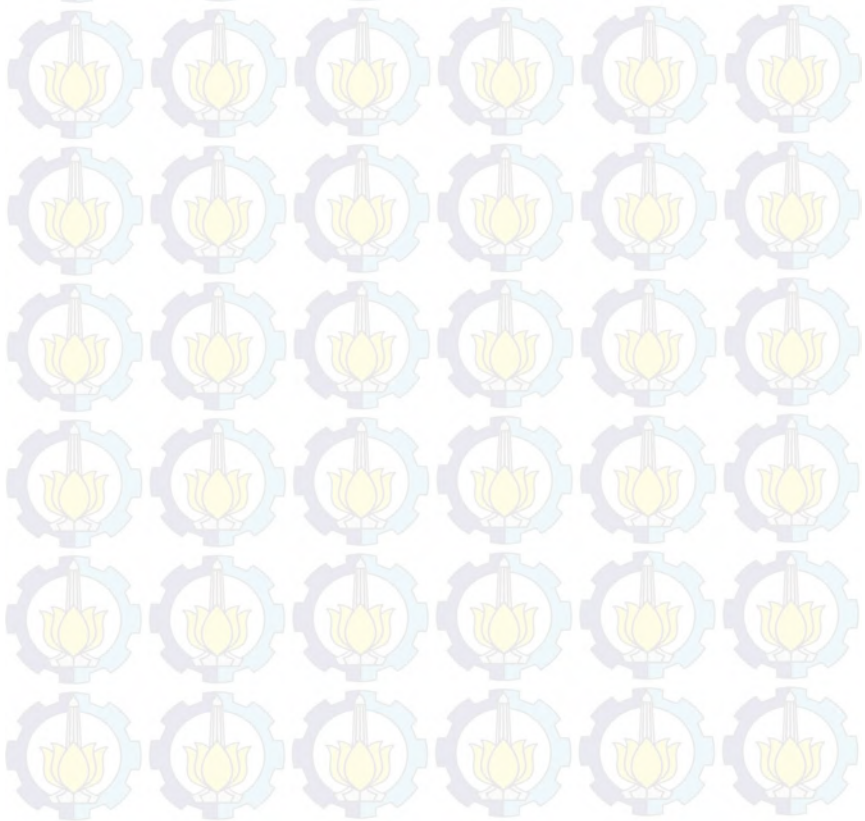
Kolom K2 250.250 (12D13)

Reinforced Concrete Design V1.35						
Copyrights : Christino Boyke						
RC Column Name : K1 300.300						
INPUT CROSS SECTION, MATERIAL AND STEEL REINFORCEMENT DATA						
Column Width (b) :	300	mm				
Column Height (h) :	300	mm				
Longitudinal Reinf. Dia ( $d_{lat}$ ) :	13	mm				
Lateral Reinf. Dia ( $d_{lat}$ ) :	10	mm				
Number of Lat. Reinf. (n) :	2					
Stirrups Area of Reinf. ( $A_v$ ) :	157.080	mm <sup>2</sup>				
Concrete Compressive Strength ( $f_c$ ) :	20	MPa			[Cylinder Comp. Strength]	
Yield of Steel Reinf, Dia. 13>> :	400	MPa			[Deformed Reinforcement]	
Yield of Steel Reinf, Dia. 13<< :	240	MPa			[Plain Reinforcement]	
SHEAR REINFORCEMENT CALCULATION - X [V22]						
Shear Ultimate ( $V_u$ ) :	62.102	kN				
Nominal Shear Capacity Req. ( $V_n$ ) :	82.803	kN				
Concrete Shear Capacity ( $V_c$ ) :	67.082	kN				
Shear Cap. Req. From Steel Reinf. ( $V_s$ ) :	15.721	kN				
Shear Cap. Min. Req [Reinf.] ( $V_{smin}$ ) :	24	kN				
Lateral Steel Reinf. Spacing Req. ( $S_{Req}$ ) :	471.239	mm				
Lateral Steel Reinf. Spacing Used ( $S_{Used}$ ) :	100	mm				
Red. Nominal Shear Cap. Prov. ( $\phi V_n$ ) :	135.135	kN			SAFE	
Use Stirrups With :	2	f	10	-	100	mm
SHEAR REINFORCEMENT CALCULATION - Y [V33]						
Shear Ultimate ( $V_u$ ) :	60.734	kN				
Nominal Shear Capacity Req. ( $V_n$ ) :	80.979	kN				
Concrete Shear Capacity ( $V_c$ ) :	67.082	kN				
Shear Cap. Req. From Steel Reinf. ( $V_s$ ) :	13.897	kN				
Shear Cap. Min. Req [Reinf.] ( $V_{smin}$ ) :	24	kN				
Lateral Steel Reinf. Spacing Req. ( $S_{Req}$ ) :	471.239	mm				
Lateral Steel Reinf. Spacing Used ( $S_{Used}$ ) :	150	mm				
Red. Nominal Shear Cap. Prov. ( $\phi V_n$ ) :	106.860	kN			SAFE	
Use Stirrups With :	2	f	10	-	100	mm
### End of Result ###						

### End of Result ###

Reinforced Concrete Design V1.35					
Copyrights : Christino Boyke					
RC Column Name : K2 250.250					
INPUT CROSS SECTION, MATERIAL AND STEEL REINFORCEMENT DATA					
Column Width (b) :	250	mm			
Column Height (h) :	250	mm			
Longitudinal Reinf. Dia ( $d_{lat}$ ) :	13	mm			
Lateral Reinf. Dia ( $d_{lac}$ ) :	10	mm			
Number of Lat. Reinf. (n) :	2				
Stirrups Area of Reinf. ( $A_v$ ) :	157.080	mm <sup>2</sup>			
Concrete Compressive Strength ( $f'_c$ ) :	20	MPa			[Cylinder Comp. Strength]
Yield of Steel Reinf, Dia. 13>> :	400	MPa			[Deformed Reinforcement]
Yield of Steel Reinf, Dia. 13<< :	240	MPa			[Plain Reinforcement]
SHEAR REINFORCEMENT CALCULATION - X [V22]					
Shear Ultimate ( $V_u$ ) :	38.085	kN			
Nominal Shear Capacity Req. ( $V_n$ ) :	50.780	kN			
Concrete Shear Capacity ( $V_c$ ) :	46.585	kN			
Shear Cap. Req. From Steel Reinf. ( $V_s$ ) :	4.195	kN			
Shear Cap. Min. Req [Reinf.] ( $V_{smin}$ ) :	20	kN			
Lateral Steel Reinf. Spacing Req. ( $S_{Req}$ ) :	471.239	mm			
Lateral Steel Reinf. Spacing Used ( $S_{Used}$ ) :	100	mm			
Red. Nominal Shear Cap. Prov. ( $\phi V_n$ ) :	105.624	kN		SAFE	
Use Stirrups With :	2	f	10	-	100 mm
SHEAR REINFORCEMENT CALCULATION - Y [V33]					
Shear Ultimate ( $V_u$ ) :	33.458	kN			
Nominal Shear Capacity Req. ( $V_n$ ) :	44.611	kN			
Concrete Shear Capacity ( $V_c$ ) :	46.585	kN			
Shear Cap. Req. From Steel Reinf. ( $V_s$ ) :	-1.974	kN			
Shear Cap. Min. Req [Reinf.] ( $V_{smin}$ ) :	20	kN			
Lateral Steel Reinf. Spacing Req. ( $S_{Req}$ ) :	471.239	mm			
Lateral Steel Reinf. Spacing Used ( $S_{Used}$ ) :	150	mm			
Red. Nominal Shear Cap. Prov. ( $\phi V_n$ ) :	82.062	kN		SAFE	
Use Stirrups With :	2	f	10	-	100 mm
### End of Result ###					

Dari hasil perhitungan terhadap kekuatan kolom-kolom eksisting terhadap beban dari beban hidup atau mati ,dapat diketahui bahwa **kolom tersebut tidak kuat menahan beban, terutama beban hidup yang mencapai  $250 \text{ kg/m}^2$  pada pelat,** oleh karena itu kami merekomendasikan untuk dilakukan **pembongkaran karena sudah tidak layak dalam analisa kekuatan struktur** sebagai salah satu solusi terhadap permasalahan ini.





## Biografi Penulis



Penulis dilahirkan di Bau-Bau, Sulawesi Tenggara, 24 September 1989, merupakan anak kedua dari lima bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Chandra Kirana Kota Bau-Bau, SD Negeri 2 Bau-Bau, SMP Negeri 1 Bau-Bau dan SMA Negeri 1 Bau-Bau. Setelah lulus SMA penulis diterima di Jurusan

Teknik Sipil ITS pada tahun 2007 melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) dan terdaftar dengan NRP 3107100141.

Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil bidang studi Manajemen Konstruksi. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan-kegiatan kemahasiswaan baik yang diselenggarakan oleh internal kampus maupun eksternal dan beberapa pelatihan-pelatihan yang diadakan oleh internal kampus maupun lembaga lain di luar kampus. Penulis juga sempat menjabat sebagai Koordinator Volunteer di ITS International Office (2012-2013) serta menjabat sebagai Staff Part Timer di ITS International Office (2013-Sekarang). Penulis juga sering menjadi grader dan tutor untuk mata kuliah Mekanika Fluida dan Hidrolika.